

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**GERENCIA DE CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO
CONDominio MULTIFAMILIAR CON EL USO DE GRÚA
TORRE Y UN SOFTWARE APLICATIVO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

VICTOR HUGO ALFARO MOGROVEJO

Lima- Perú

2015

ÍNDICE

RESUMEN	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I: TEORÍA LEAN CONSTRUCTION	10
1.1. RESEÑA HISTÓRICA	10
1.2. LEAN CONSTRUCTION	12
1.2.1. Enfoque Lean	13
1.2.2. Herramientas Lean	13
CAPÍTULO II: GRÚAS TORRE EN EDIFICACIONES	16
2.1. PARTES DE UNA GRÚA TORRE	17
2.1.1. Mástil	19
2.1.2. Flecha	19
2.1.3. Contraflecha	20
2.1.4. Contrapeso	20
2.1.5. Lastre	20
2.1.6. Carro	20
2.1.7. Cables y gancho	20
2.1.8. Motores	21
2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS GRÚAS TORRE	21
2.2.1. Grúa torre fija o estacionaria	21
2.2.2. Grúa desplazable en servicio	21
2.3.3. Grúa torre desmontable	21
2.3.4. Grúa torre autodesplegable	22
2.3.5. Grúa torre autodesplegable monobloc	22
2.3.6. Grúa torre trepadora	22
2.3. PLAN DE OBRA E INSTALACIÓN DE LAS GRÚAS TORRE	22
2.4. EMPLAZAMIENTO DE LA GRÚA, DISTANCIAS DE SEGURIDAD	25
2.5. SEGURIDAD	25
2.5.1. Riesgos y medidas preventivas en la grúa torre	25

2.5.2.	Dispositivos de seguridad: Limitadores	28
2.5.3.	Elección del operador	30
2.6.	PRODUCTIVIDAD	30
2.6.1.	Productividad de la grúa torre	31
2.6.2.	Tiempos de ciclo, productividad	31
2.6.3.	Uso de la grúa torre en el acarreo de materiales	31
2.6.4.	Uso de la grúa torre en la fase constructiva	32
2.6.5.	Justificación del uso de la grúa torre	35
CAPÍTULO III: ESQUEMA DEL PROYECTO APLICADO EN EL EDIFICIO		
MULTIFAMILIAR BERLIN		38
3.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	38
3.2.	METRADOS	42
3.2.1.	Metrado de estructuras	43
3.2.2.	Metrado de arquitectura	46
3.3.	ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS	48
3.4.	ORGANIGRAMA DE OBRA	51
3.5.	PRESUPUESTO DE OBRA	52
3.6.	PROGRAMACIÓN DE OBRA	56
3.6.1.	Actual proceso de planificación	58
3.6.2.	Herramientas de programación	58
CAPÍTULO IV: SECTORIZACIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CON GRÚA		
TORRE		60
4.1.	PARAMETROS DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LA GRÚA TORRE	60
4.1.1.	Optimización de Procesos	61
4.1.1.1.	Ejemplo de estadísticas de trabajo sobre productividad en Obras de Edificación	61
4.1.2.	Acarreo de Materiales en Obra	63
4.2.	CAMBIO DE ESTANDAR	64
4.3.	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE UNA GRÚA TORRE	65
4.3.1.	Geometría del Proyecto	65
4.3.2.	Frentes de Trabajo y Sectorización	67
4.3.3.	Disminución del Tiempo de Ejecución de Obra	76
4.4.	DETERMINACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO EFICIENTE DE LA GRÚA TORRE	77
4.5.	MEJORAS EN LA PRODUCTIVIDAD	80

4.6. PRODUCTIVIDAD DE OBRA: PLANIFICACIÓN LEAN	83
4.7. SECTORIZACIÓN DE EDIFICACIONES	84
CAPÍTULO V: CONTROL DE OBRA MEDIANTE SOFTWARE S10	87
5.1. INTRODUCCIÓN	87
5.2. MÓDULOS QUE PARTICIPAN EN LA GESTIÓN	87
5.3. RESULTADOS QUE SE LOGRAN AL USAR ESTE PROGRAMA	87
5.4. FACTOR DE AVANCE Y FACTOR DE COSTO DEL PROYECTO	95
5.4.1. Factor de Avance (Fa)	95
5.4.2. Factor de Costo (Fc)	95
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6.1. CONCLUSIONES	100
6.2. RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	104

RESUMEN

En los últimos años ha habido una mayor difusión de los nuevos sistemas de gestión, gerencia y metodologías de trabajo para el control, programación y uso de equipos mayores en las obras; con los cuales se busca acortar los tiempos de ejecución de los proyectos, abrir nuevos frentes de trabajo para tener un ratio de producción diaria de las cuadrillas, minimizar las pérdidas y aumentar la productividad mediante una planificación maestra que permita lograr los objetivos del proyecto.

El enfoque Lean Construction es una metodología que se está empleando en los proyectos modernos de construcción con resultados muy favorables. Así mismo esta metodología se ha complementado con el uso de las grúas torre que se ha vuelto una herramienta imprescindible en toda obra de edificación moderna.

El presente Informe de Suficiencia muestra cómo se ha implementado la gerencia de proyectos de construcción aplicando los nuevos sistemas, metodologías y herramientas al proyecto Edificio Multifamiliar Berlín. Este proyecto inmobiliario por su nivel de envergadura hacía necesario un cambio de estándar de trabajo para lograr los objetivos trazados por la Gerencia. Así mismo el diseño arquitectónico del proyecto involucraba un trabajo considerable para las labores de acarreo de materiales, motivo por el cual se hacía necesario implementar el esquema mecanizado moderno que se logró mediante el uso de la grúa torre que sirvió para reemplazar el esquema tradicional donde se emplea una gran cantidad de mano de obra, con todos los riesgos laborales de accidentes y/o muertes que puede ocasionar durante el desarrollo de los trabajos.

Finalmente se ha agregado una metodología a seguir para la determinación de la viabilidad de la elección de una grúa torre como elemento mecanizado de acarreo vertical y horizontal. Este procedimiento se hace en base a varios factores siendo los principales los referidos a la geometría de la obra, el tiempo de ejecución y el esquema logístico de los materiales a utilizarse en el proyecto.

LISTA DE CUADROS

Cuadro Nº 2.1 Trabajos de montaje, desmontaje y mantenimiento	26
Cuadro Nº 2.2 En la utilización	26
Cuadro Nº 2.3 Durante la utilización	27
Cuadro Nº 3.1 Costos por metro cuadrado de Edificio Multifamiliar Berlín	43
Cuadro Nº 3.2 Plantilla de metrado de Zapatas	44
Cuadro Nº 3.3 Plantilla de metrado de Muros Pantalla	45
Cuadro Nº 3.4 Plantilla de metrado de Puertas de madera	46
Cuadro Nº 3.5 Plantilla de metrado de Tarrajeo, revoques y enlucidos	47
Cuadro Nº 3.6 Análisis de precios unitarios encofrado metálico de placas	49
Cuadro Nº 3.7 Análisis de precios unitarios solaqueo de placas, columnas y vigas	50
Cuadro Nº 3.8 Análisis de precios unitarios colocación de bloque de ladrillo sílico calcáreo P-07, P-10, P-12	50
Cuadro Nº 3.9 Presupuesto Consolidado de Obra	53
Cuadro Nº 3.10 Presupuesto Total y detallado de Estructuras	54
Cuadro Nº 3.11 Programación de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín	57
Cuadro Nº 3.12 Programación Semanal de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín	59
Cuadro Nº 4.1 Productividad en Obras en Lima	62
Cuadro Nº 4.2 Partidas involucradas para el análisis de viabilidad de la grúa torre	68
Cuadro Nº 4.3 Determinación del costo de ahorro de las partidas de acarreo y de vaciados de elementos verticales	72
Cuadro Nº 4.4 Cuadro resumen de evaluación económica y técnica de las propuestas de alquiler grúa torre	74
Cuadro Nº 4.5 Costos de alquiler y gastos fijos del proveedor 1 para el alquiler de grúa torre	75
Cuadro Nº 4.6 Costos de alquiler y gastos fijos del proveedor 2 para el alquiler de grúa torre	76
Cuadro Nº 5.1 Resultados Operativos semana 01/11/2012 al 31/12/2012	95
Cuadro Nº 5.2 Resultados Operativos semana 07/02/2013 al 29/05/2013	97
Cuadro Nº 5.3 Resultados Operativos semana 01/08/2013 al 20/11/2013	98

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Taiichi Ohno , gestor del TPS	11
Figura N° 1.2 Lauri Koskela, gestor del Lean Construction	12
Figura N° 1.3 Ejemplo de sectorización aplicado en el Edificio Multifamiliar Berlín	14
Figura N° 1.4 Ejemplo de programación aplicado en el Edificio Multifamiliar Berlín	15
Figura N° 2.1 Imagen de Grúas Torre	16
Figura N° 2.2 Esfuerzos y movimientos en la estructura isostática de la grúa torre	18
Figura N° 2.3 Partes de una Grúas Torre	19
Figura N° 2.4 Grúa Torre trepadora	22
Figura N° 2.5 Instalación de Grúa Torre	23
Figura N° 2.6 Características Instalación de Grúa Torre en obra estudiada	24
Figura N° 2.7 Indicadores de carga y alcance	29
Figura N° 2.8 Acarreo de material	32
Figura N° 2.9 Acarreo de encofrado	33
Figura N° 2.10 Vaciado de Concreto	33
Figura N° 2.11 Acarreo de Pre losas	34
Figura N° 3.1 Ubicación de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín	38
Figura N° 3.2 Planta de estacionamientos sótano 1	39
Figura N° 3.3 Planta del Primer Piso	40
Figura N° 3.4 Organigrama de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín	51
Figura N° 4.1 Esquema del flujo de Producción	61
Figura N° 4.2 Productividad en Obras en Lima – 2001	61
Figura N° 4.3 Trabajos de acarreo de materiales con una cuadrilla numerosa de trabajadores	63
Figura N° 4.4 Esquema de cambio de estándar	64
Figura N° 4.5 Emplazamiento y dimensiones del terreno del proyecto Berlín	65
Figura N° 4.6 Elevador de carga instalado en el frontis de una obra	66
Figura N° 4.7 Sectorización del proyecto Berlín a nivel de estructuras	67
Figura N° 4.8 Análisis del precio unitario de la partida de vaciado de concreto para placas (con y sin uso del servicio de bombeo)	70
Figura N° 4.9 Análisis del precio unitario de la partida de la colocación de bovedillas de techo (con y sin acarreo interno)	71
Figura N° 4.10 Ahorro de tiempo estimado por la implementación de la grúa	77

Figura Nº 4.11	Esquema de ubicación más favorable para el uso de la grúa torre y características de grúa seleccionada	78
Figura Nº 4.12	Esquema de ubicación final de la grúa torre seleccionada	79
Figura Nº 4.13	Vista de la grúa torre instalada en el frontis de la obra	80
Figura Nº 4.14	Vaciado de concreto en elementos verticales con el uso de la grúa torre	81
Figura Nº 4.15	Vaciado de concreto en elementos horizontales con el uso de la grúa torre	81
Figura Nº 4.16	Trabajos de acarreo de materiales con el uso de la grúa torre	82
Figura Nº 4.17	Trabajos de vaciado simultáneo de concreto de columnas y losas con el uso de la grúa torre y el equipo de bombeo	82
Figura Nº 4.18	Programación Semanal de Obra y diaria del uso de la grúa torre	83
Figura Nº 4.19	Sectorización de la Obra y planificación de las partidas a realizar	86
Figura Nº 5.1	Partidas de Control en Gerencia de Presupuestos S10	88
Figura Nº 5.2	Personal disponible en Obra, Tareo Estándar y formato del S10 para su control	89
Figura Nº 5.3	Formato de Valorización en Gerencia de Presupuestos del S10	90
Figura Nº 5.4	Techo de Materiales Presupuestados de la Obra Control y Supervisión	91
Figura Nº 5.5	Cronograma de periodos control en % de avances semanales en Gerencia de Presupuestos S10	92
Figura Nº 5.6	Resultados en Línea, Programado, Valorizado y Real Cálculo de Factor de Avance y Costo	93
Figura Nº 5.7	Resultados Operativos partida Acero, Programado, Valorizado y Real Cálculo de Factor de Avance y Costo	94
Figura Nº 5.8	Factor de Avance y Factor de Costo	95
Figura Nº 5.9	Resultados Operativos semana 01/11/2012 al 31/12/2012	96
Figura Nº 5.10	Factor de Avance y Costo semana 01/11/2012 al 31/12/2012	96
Figura Nº 5.11	Resultados Operativos semana 07/02/2013 al 29/05/2013	97
Figura Nº 5.12	Factor de Avance y Costo semana 07/02/2013 al 29/05/2013	98
Figura Nº 5.13	Resultados Operativos semana 01/08/2013 al 20/11/2013	99
Figura Nº 5.14	Factor de Avance y Costo semana 01/08/2013 al 20/11/2013	99

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

SÍMBOLOS

TP: Trabajo Productivo
TC: Trabajo Contributorio
TNC: Trabajo No Contributorio
PU: Precio Unitario
HH: Hora Hombre

SIGLAS

PPC: Porcentaje del Plan Cumplido
NTE: Norma
CCT: Cimentaciones, Contenciones, Taludes
ADZ: Desmontes, Zanjas y Pozos
NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional
PMI: Project Management Institute

INTRODUCCIÓN

En el esquema de planificación y ejecución de un proyecto de edificaciones se puede determinar que una de las variables que más incidencia tiene es la baja productividad de la mano de obra. Esto es debido a que en la actualidad los procesos de la cadena de producción en la ejecución de un proyecto son todavía poco eficientes. En la actualidad a raíz de las nuevas tecnologías y nuevos enfoque se está tratando de dar un cambio a través del uso de una nueva herramienta de planificación que es el LEAN CONSTRUCTION.

En las obras ahora se busca con esta nueva herramienta llegar a reducir los tiempos de ejecución de las mismas, aumentar la producción, elevar la calidad de los trabajos y llevar un mejor control de todos los procesos que involucran la fase de la construcción.

En este sentido en la construcción del proyecto Edificio Multifamiliar Berlín se aplicó esta herramienta tecnológica que existe hoy en día; implementando la sectorización de la obra por áreas que permitan un proceso constructivo con rendimientos diarios y uniforme de las cuadrillas, el uso de un equipo mayor (grúa torre) con el cual se ejecuten las actividades para el acarreo de materiales, vaciados de concreto de elementos verticales y horizontales; para luego finalmente hacer el seguimiento de obra mediante el software S10 , (Módulo de Gerencia) con el cual se obtuvieron los resultados operativos, valores de Avance y Costo del Proyecto, además de realizar la valorización, control de personal de casa (Tareo), control de materiales (Techo presupuestado), brindando la información actualizada y real del estado de Avance de Obra.

CAPÍTULO I: TEORIA LEAN CONSTRUCTION

1.1 RESEÑA HISTORICA

La nueva filosofía para la construcción “Lean Construction” nace de una nueva tendencia que se dio en las industrias, y que se conoció como “Lean Production”.

Para llegar a esta nueva filosofía en la producción, es necesario mencionar los estudios para las mejoras en las empresas manufactureras y automotrices que se dieron a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX.

La tendencia de mejora en las empresas manufactureras viene desde finales de 1890 teniendo a Frederick W. Taylor como uno de los representantes más importantes de esta época quien innovó estudiando y difundiendo la administración científica del trabajo, y funda el movimiento conocido como “Administración Científica del Trabajo” cuyo pensamiento se basa en la eliminación de las pérdidas de tiempo, de dinero, etc., mediante un método científico. Taylor afirmaba que "el principal objetivo de la administración debe ser asegurar el máximo de prosperidad, tanto para el empleador como para el empleado".

De este pensamiento de Taylor denominado “Taylorismo” se obtiene la formalización del estudio de los tiempos y el establecimiento de estándares, a partir de los cuales Frank Gilbreth añade el desglose del trabajo en tiempos elementales. Gilbreth fue el fundador de la técnica moderna del estudio de movimientos, con la que se buscaba establecer la reducción del tiempo y la fatiga en una operación. De esta manera Taylor, Gilbreth y otros contemporáneos iniciaron con los primeros conceptos de eliminación de desperdicio de tiempo y el estudio de movimientos.

En cuanto a las empresas automotrices en 1910, Henry Ford, inventa la línea de montaje para el **Ford T** el cual era un producto estándar. Posteriormente Alfred P. Sloan introduce en la empresa **General Motors** el concepto de diversidad en las líneas de montaje, mejorando así el sistema Ford.

En los años 30, los encargados de dirigir la empresa automotriz Toyota implementaron una serie de innovaciones en las líneas de producción de tal forma que facilitarían tanto la continuidad en el flujo de materiales como la flexibilidad a la hora de fabricar

distintos productos. Luego de la 2da Guerra Mundial la Toyota con sus ingenieros a cargo, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, vieron la necesidad de afianzar lo que implementaron en los años 30's, debido a la necesidad de fabricar variedad de productos pero en pequeñas cantidades, de esta manera crean los conceptos de "just in time", "waste reduction", "pull system" los que con otras técnicas de puesta en flujo, crean el Toyota Production System (TPS).

Así es como esta nueva filosofía de producción surgió en Japón por los años 50 gracias en gran medida al Ing. Taiichi Ohno. La aplicación de esta nueva filosofía se inició con la TOYOTA, en el sistema de producción de esta industria automovilística, pero hasta los años 80's la información de este nuevo pensamiento aún era poco conocido en el mundo occidental, a pesar de que aproximadamente en 1975 se iniciara la difusión de estas ideas en Europa y Norteamérica debido al cambio que se fue dando en las empresas automotrices.

La nueva filosofía que aparece con el Ing. Taiichi Ohno, Figura N° 1.1 fue denominado de muchas formas por los años 90's, como la fabricación de clase mundial, producción flexible y nuevo sistema de producción. Pero las más usadas y conocidas son la de **Lean Production** o **Toyota Production System (TPS)**.



Figura N° 1.1 Taiichi Ohno, gestor del TPS.

En esa misma época en Finlandia el profesor universitario Lauri Koskela usa de modelo el Lean Production y sistematiza los conceptos del mejoramiento continuo, just in time, etc., creando así una nueva filosofía de planificación de proyectos en la construcción, reformulando los conceptos tradicionales de planificación y control de obras. Esto es propuesto en su tesis de doctorado "Application of the New Production Philosophy to Construction", 1992. Estudio que fue realizado durante su permanencia en CIFE (Center for Integrated Facility Engineering) y financiado por el Technical Research Centre of Finland, the Federation of the Finnish Building Industry y la fundación Wihuri.

Así es como inicia esta nueva filosofía en la construcción denominada **Lean Construction**, gracias a Lauri Koskela, Figura N° 1.2 y su tesis de doctorado, que dieron el inicio para más estudios y la posterior creación del Lean Construction Institute (agosto 1997).



Figura N° 1.2 Lauri Koskela, gestor del Lean Construction.

1.2 LEAN CONSTRUCTION

Filosofía de trabajo en la construcción, destinada a maximizar el valor del producto para el cliente mediante la minimización o eliminación del desperdicio.

Proporciona varias herramientas que buscan lograr una producción más limpia y sin pérdidas. Estas herramientas permiten controlar la alta variabilidad del sector, es decir la ocurrencia de eventos distintos a los previstos por efectos internos o externos al

Proyecto.

1.2.1 Enfoque Lean

Ve a la construcción como un flujo de procesos en vez que solo la conversión en sí. El llamado "Modelo de Flujo de Procesos" está compuesto por las siguientes actividades:

- La conversión; actividad que SI agrega valor.
- Las pérdidas; actividades que NO generan valor.

Entonces, este enfoque se enfatiza en la minimización y/o eliminación de las pérdidas de un proceso. Las pérdidas causan un gran impacto en el proceso de la producción debido a que consumen la mayor parte del proceso.

Mediante el enfoque Lean se analizan los 3 tipos de trabajos en obra:

- Trabajo Productivo (TP): Por ejemplo ; vaciar concreto
- Trabajo Contributorio (TC): Por ejemplo ; transporte de materiales
- Trabajo No Contributorio (TNC): Por ejemplo ; ir al baño

Empresas con Trabajo Productivo (TP) entre 20% y 30%, presentan alto nivel de "grasa superficial" (sobre dotación de cuadrilla). Fácilmente se elevaría el rango del TP al 40% eliminando la sobre dotación general de cuadrillas productivas.

1.2.2 Herramientas Lean

Actualmente el enfoque Lean Construction ha progresado significativamente. Su aplicación se ha extendido a todas las etapas de los proyectos de construcción, desde la planeación hasta la puesta en operación. Para ello se vale de la implementación de las siguientes herramientas:

- Sectorización
- Trenes de Trabajo
- Dimensionamiento de cuadrillas
- Curvas de rendimiento
- Lookahead
- Programación diaria
- Lecciones aprendidas
- Minimización de desperdicios

- Cartas de balance
- Nivel de Actividad (TP + TC + TNC)
- Ciclo completo de planificación y programación
- PPC y causas de incumplimiento
- Acciones correctivas
- Lotes de transferencia
- Buffers

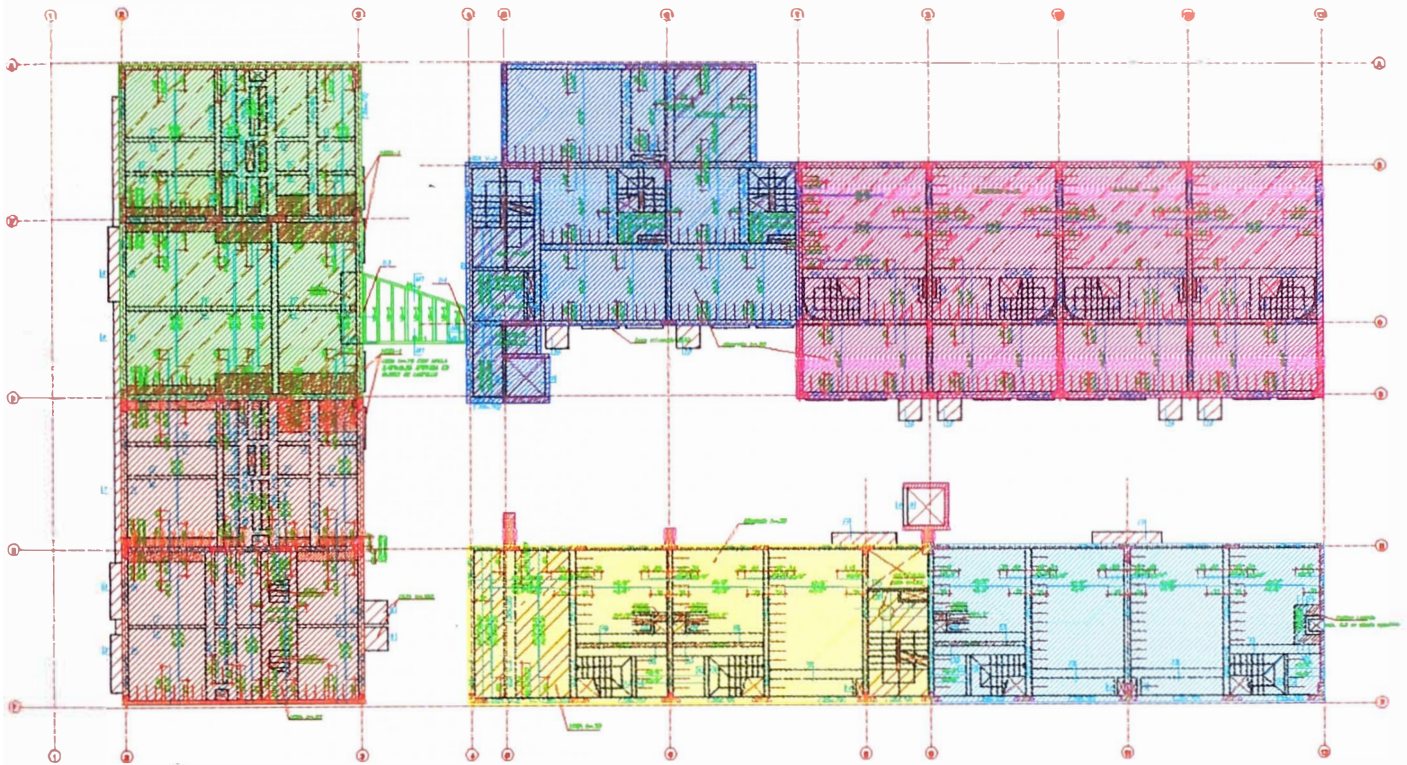


Figura N° 1.3 Ejemplo de sectorización aplicado en el Edificio Multifamiliar Berlín.



PROYECTO: IMPLEMENTACION DE FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION
OBRA EDIFICIO TOWN HOUSES BERLIN - GRUPO DANIELSON

FORMATO DE PROGRAMACION DIARIA DE USO DE GRUA TORRE
SEMANA DEL 18 AL 23 DE FEBRERO 2013

NOMBRE DEL PROYECTO TOWN HOUSES BERLIN				EMPRESA CONSTRUCTORA SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC			
FECHA MARTES 19 DE FEBRERO 2013				ESPECIALIDAD CONCRETO ARMADO			
HORARIO	TORRE	NIVEL / SECTOR	ACTIVIDAD PRINCIPAL	DETALLE DE ACTIVIDADES DE OBRA	VOLUMEN	SUBCONTRATISTA	RESPONSABLE
07:30 - 8:00	TORRE A	PISO 2 - A1	ACARREO DE MATERIALES	ACARREO DE BOVEDILLAS	100m ²	VENTURA	ING JAVIER
8:00 - 9:00							
9:00 - 9:30							
9:30 - 10:00							
10:00 - 10:30	TORRE B	PISO 4 - B1	ACARREO DE MATERIALES	ACARREO DE AGUA Y BOVEDILLAS	25m ²	ITALO	ING JOEL
10:30 - 11:00							
11:00 - 11:30	TORRE B	PISO 4 - B2	VACIADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	4m ³	ITALO	ING JOEL
11:30 - 12:00							
12:00 - 12:30			REFRIGERIO	REFRIGERIO			
12:30 - 13:00	TORRE A	RANPA VEHICUL	VACIADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	10m ³	VENTURA	ING GUSTAVO

Figura N° 1.4 Ejemplo de programación aplicado en el Edificio Multifamiliar Berlín.

CAPÍTULO II: GRÚAS TORRE EN EDIFICACIONES

Una grúa torre, se trata de un tipo de grúa empleada para la elevación y transporte de cargas, por medio de un gancho suspendido de un cable, en un radio de varios metros, a todos los niveles y en todas direcciones. Está constituida esencialmente por una torre metálica, un brazo horizontal giratorio, y los motores de orientación, elevación y distribución o traslación de la carga. En la industria de la construcción de edificaciones, las grúas torre constituye un medio vital, alrededor de las cuales gira la ejecución de toda la obra. Define el ritmo de trabajo y es el medio más empleado actualmente para el manejo de cargas y materiales, dejándolos con precisión en el lugar requerido.



Figura N° 2.1 Imagen de Grúas Torre.

Las primeras grúas torre se fabricaron en Europa, en la década de los 50. El sector de la construcción en ese entonces, debió buscar nuevas herramientas para hacer frente a la reconstrucción que tuvo que llevarse a cabo, después de la Segunda Guerra Mundial. Los primeros elevadores parecidos a las grúas fueron realizados con la torre con pilote y el brazo constituido por una plataforma fija. Sólo a principios de los años 60 se comenzaron a construir grúas torre con rotación en alto. Las grúas torre han evolucionado bastante desde entonces, ya que el propósito fundamental ha sido crear diseños cada vez más versátiles, de mayor rendimiento y de mayor fiabilidad, resolviendo específicamente problemas concretos de aplicación. Este hecho ha

llevado a la creación de distintos tipos de grúas torre acordes a las condiciones y exigencias del lugar mismo donde trabajará la grúa torre.

Los primeros trabajos asignados a estos equipos ha sido el de traslado de material, reemplazando la mano de obra y a su vez reduciendo accidentes en obra.

En sus primeros usos solo se usaba para acarrear materiales, este trabajo realizado es un trabajo contributivo, complementa un proceso que requiere de equipo pesados; sin embargo, el cambio de sistemas involucra a la grúa como parte esencial de la dinámica de la obra, entonces la grúa realiza trabajos productivos que se pueden cuantificar, esto significaría un mejor control en la producción, planificación y avance.

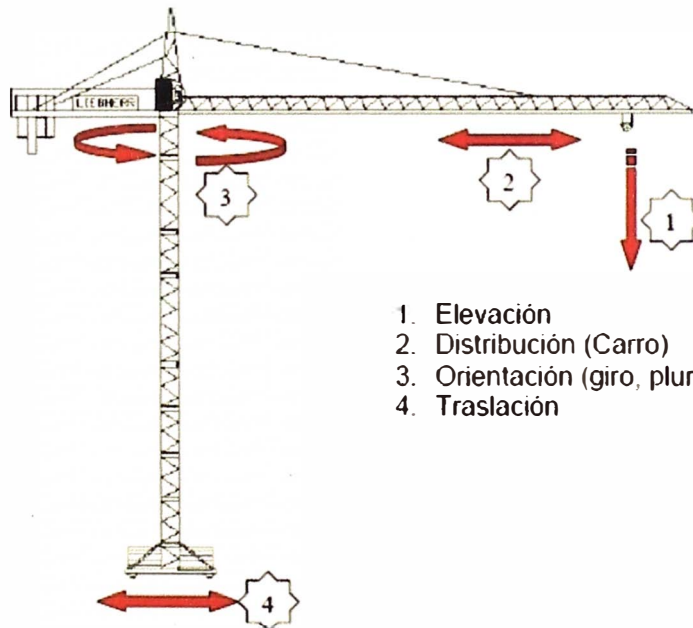
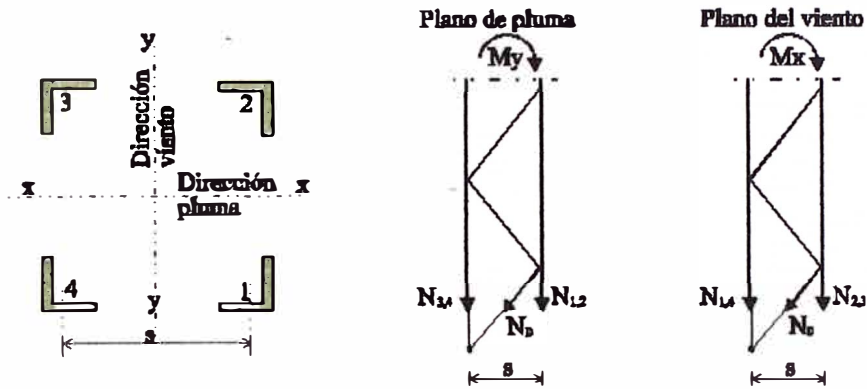
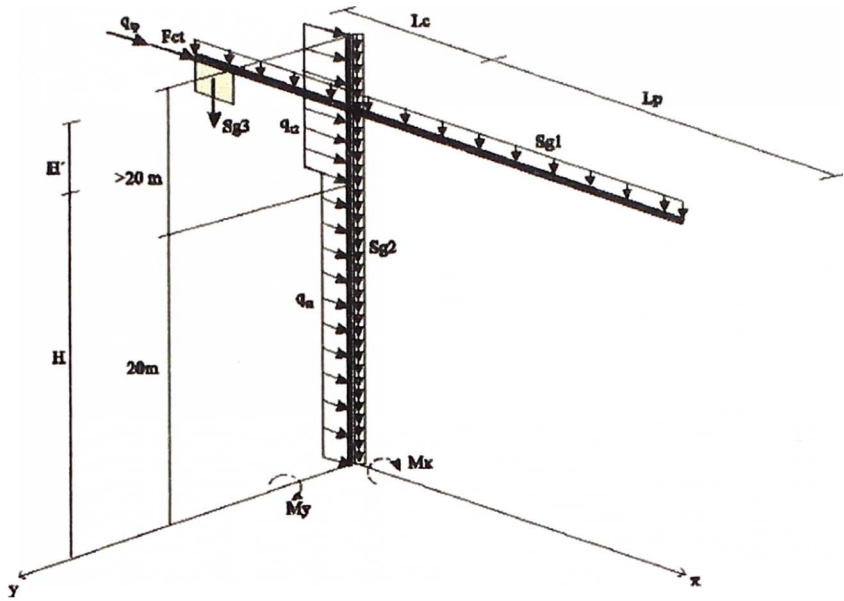
Gracias al uso de estos equipos se ha incrementado la productividad en el vaciado de concreto, ya que se pueden elevar baldes de acero conteniendo hasta un máximo 1m³ de concreto por viaje, en comparación a lo que tradicionalmente se hacía con otros elementos de acarreo de concreto (winche eléctrico) esto ligado a la capacidad de la grúa que puede alcanzar hasta 40 toneladas con una grúa retráctil.

Además facilita el traslado del material necesario para el armado del encofrado, comúnmente estos elementos pesados son trasladados por trabajadores un elemento por viaje, estos tiempos y mano de obra son minimizados por el uso de la grúa a un solo movimiento.

Con el uso de la grúa se ha logrado que los andamios usados para trabajos convencionales se han movilizados, trasladados de un lugar a otro sin la necesidad de desarmarlos logrando así menos demoras.

2.1 PARTES DE UNA GRUA TORRE

Es una estructura isostática que comprende de un apoyo fijo empotrado o con bloques de concreto como lastre, una torre elevada y un brazo que permite el desplazamiento de los motores para realizar el izaje vertical y desplazamiento horizontal ,como se muestra en la Figura N° 2.2.



1. Elevación
2. Distribución (Carro)
3. Orientación (giro, pluma.)
4. Traslación

Figura N° 2.2 Esfuerzos y movimientos en la estructura isostática de la grúa torre.

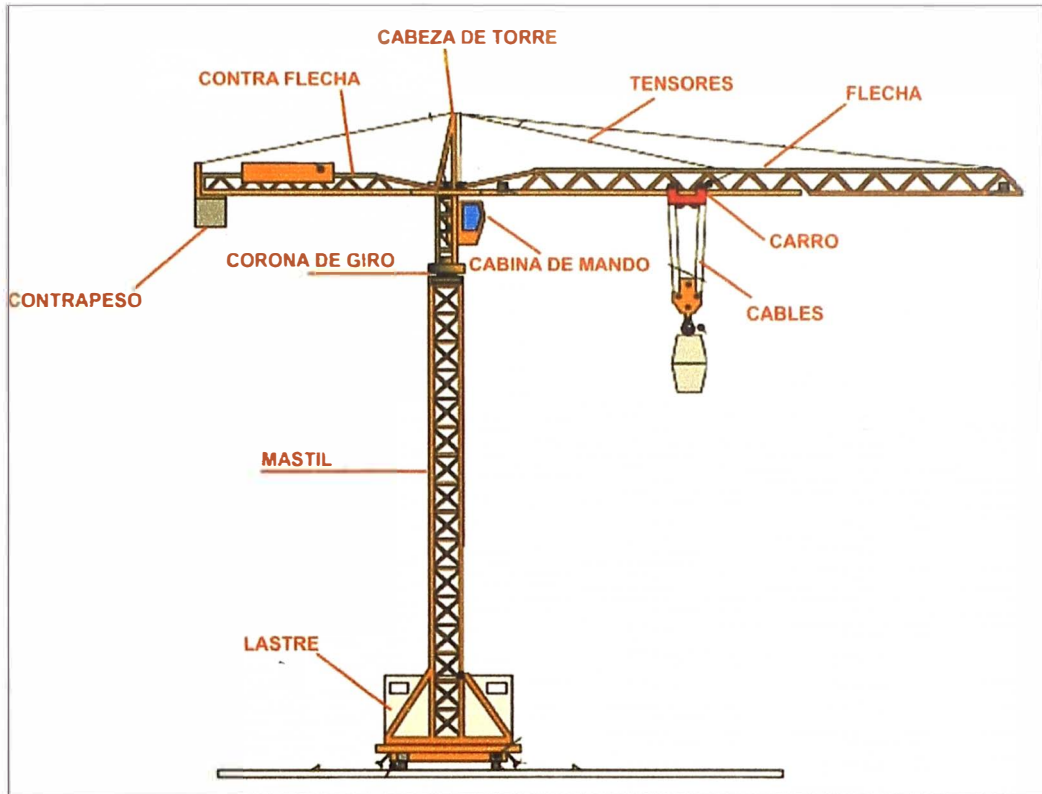


Figura N° 2.3 Partes de una Grúas Torre.

2.1.1 Mástil:

Consiste en una estructura vertical de celosía metálica de sección generalmente cuadrada, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente. Normalmente está formada por módulos de celosía que facilitan el transporte de la grúa. Para el montaje se unirán estos módulos, mediante pernos y tuercas, llegando todos unidos a la altura proyectada. Su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso a mover, altura y longitud del brazo.

En la parte superior del mástil se sitúa la zona giratoria que proporciona a la grúa un movimiento de 360° horizontales. También, según el modelo, puede disponer de una cabina para su manejo por parte de un operario. Para el acceso del operario se dispondrá de una escala metálica fijada a la estructura.

2.1.2 Flecha:

Es una estructura de celosía metálica de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario. Su forma y dimensión

varía según las características necesarias de peso y longitud. También se le suele llamar pluma.

Al igual que el mástil suele tener una estructura modular para facilitar su transporte y montaje. Para desplazarse el personal especializado durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento a lo largo de la flecha dispondrá de un elemento longitudinal, cable fiador, al que se pueda sujetar el mosquetón del cinturón de seguridad.

2.1.3 Contra flecha:

La longitud de la contra flecha oscila entre el 30 y el 35 % de la longitud de la pluma. Al final de la contra flecha se colocan los contrapesos. Esta unido al mástil en la zona opuesta a la unión con la flecha. Está formada una base robusta formada por varios perfiles metálicos, formando encima de ellos una especie de pasarela para facilitar el paso del personal desde el mástil hasta los contrapesos. Las secciones de los perfiles dependerán de los contrapesos que se van a colocar.

2.1.4 Contrapeso:

Son estructuras de hormigón prefabricado que se colocan para estabilizar el peso y la inercia que se produce en la flecha grúa. Deben estabilizar la grúa tanto en reposo como en funcionamiento. Tanto estos bloques como los que forman el lastre deben llevar identificado su peso de forma legible e indeleble.

2.1.5 Lastre:

Puede estar formada por una zapata enterrada o bien por varias piezas de hormigón prefabricado en la base de la grúa. Su misión es estabilizar la grúa frente al peso propio, al peso que pueda trasladar y a las condiciones ambientales adversas (viento).

2.1.6 Carro:

Consiste en un dispositivo que se mueve conjuntamente con el gancho a lo largo de la flecha a través de unos carriles. Este movimiento da la maniobrabilidad necesaria en la grúa. Es metálico de forma que soporte el peso a levantar.

2.1.7 Cables y gancho:

El cable de elevación es una de las partes más delicadas de la grúa y, para que proporcione un rendimiento adecuado, es preciso que sea usado y mantenido

correctamente. Debe estar perfectamente tensado y se hará un seguimiento periódico para que, durante su enrollamiento en el tambor no se entrecruce, ya que daría lugar a aplastamientos.

El gancho irá provisto de un dispositivo que permite la fácil entrada de cables de las eslingas y estobos, y de forma automática los retenga impidiendo su salida si no se actúa manualmente.

2.2.8 Motores:

La grúa más genérica está formada por cuatro motores eléctricos:

En primer lugar consta de un motor de elevación; que permite el movimiento vertical de la carga, además de un motor de distribución: da el movimiento del carro a lo largo de la pluma.

Asimismo consta de un motor de orientación; que permite el giro de 360° en el plano horizontal, de la estructura superior de la grúa. Finalmente en algunos modelos consta de un motor de translación; que permite el desplazamiento de la grúa, en su conjunto sobre carriles. Para realizar este movimiento es necesario que la grúa este en reposo.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LAS GRUAS TORRE

Esta clasificación está basada en la normatividad española dado por la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2 que trata sobre el reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a “Grúas torre desmontables para Obras”.

Dentro de los tipos aquí descritos puede hacerse nueva divisiones dependiendo de la capacidad de carga, la altura o la longitud de alcance de la flecha.

2.2.1 Grúa torre fija o estacionaria: Grúa torre cuya base no posee medios de translación o que poseyéndolos no son utilizables en el emplazamiento, o aquellas en que la base es una fundación o cualquier otro conjunto fijo.

2.2.2 Grúa torre desplazable en servicio: Es aquella cuya base está dotada de medios propios de traslación sobre carriles u otros medios y cuya altura máxima de montaje es tal que sin ningún medio de anclaje adicional sea estable tanto en servicio, como fuera de servicio, para las solicitaciones a las que vaya a estar sometida.

2.2.3 Grúa torre desmontable: Grúa torre, concebida para su utilización en las obras de construcción u otras aplicaciones, diseñada para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos.

2.2.4 Grúa torre autodesplegable: Grúa pluma orientable en la que la pluma se monta sobre la parte superior de una torre vertical orientable, donde su parte inferior se une a la base de la grúa a través de un soporte giratorio y que está provista de los accesorios necesarios para permitir un rápido plegado y desplegado de la torre y pluma.

2.2.5 Grúa torre autodesplegable monobloc: Grúa torre autodesplegable cuya torre está constituida por un solo bloque y que no requiere elementos estructurales adicionales para su instalación, que puede ir provista de ruedas para facilitar su desplazamiento.

2.2.6 Grúa torre trepadora: Grúa torre instalada sobre la estructura de una obra en curso de construcción y que se desplaza de abajo hacia arriba por sus propios medios al ritmo y medida que la construcción progresa. Ver Figura N° 2.4.



Figura N° 2.4 Grúa Torre trepadora.

2.3 PLAN DE OBRA E INSTALACIÓN DE LA GRÚA TORRE

PASO 1. La maniobra que se realiza para el montaje de la grúa torre prevista, se inicia con la llegada de una autogrúa móvil telescópica, que se situara en el punto marcado en el plano, frente a la zona de la base de la grúa torre a montar. Para el ingreso de la autogrúa, se contara con personal designado por el contratista realizando el corte del

tránsito vehicular y peatonal en la calle, manteniendo las medidas de seguridad para el ingreso a la zona de montaje. Este procedimiento esta normado por las disposiciones emitidas por la municipalidad de Lima metropolitana.

PASO 2. Unos 30 minutos después de haber entrado la auto grúa móvil telescópica en la zona de montaje entrarán los camiones con un tiempo estimado de entrada de 15 minutos, durante el cual tres personas designadas por el contratista, cortarán los accesos en los puntos indicados para la descarga de los tramos y demás estructuras de la grúa en los camiones.

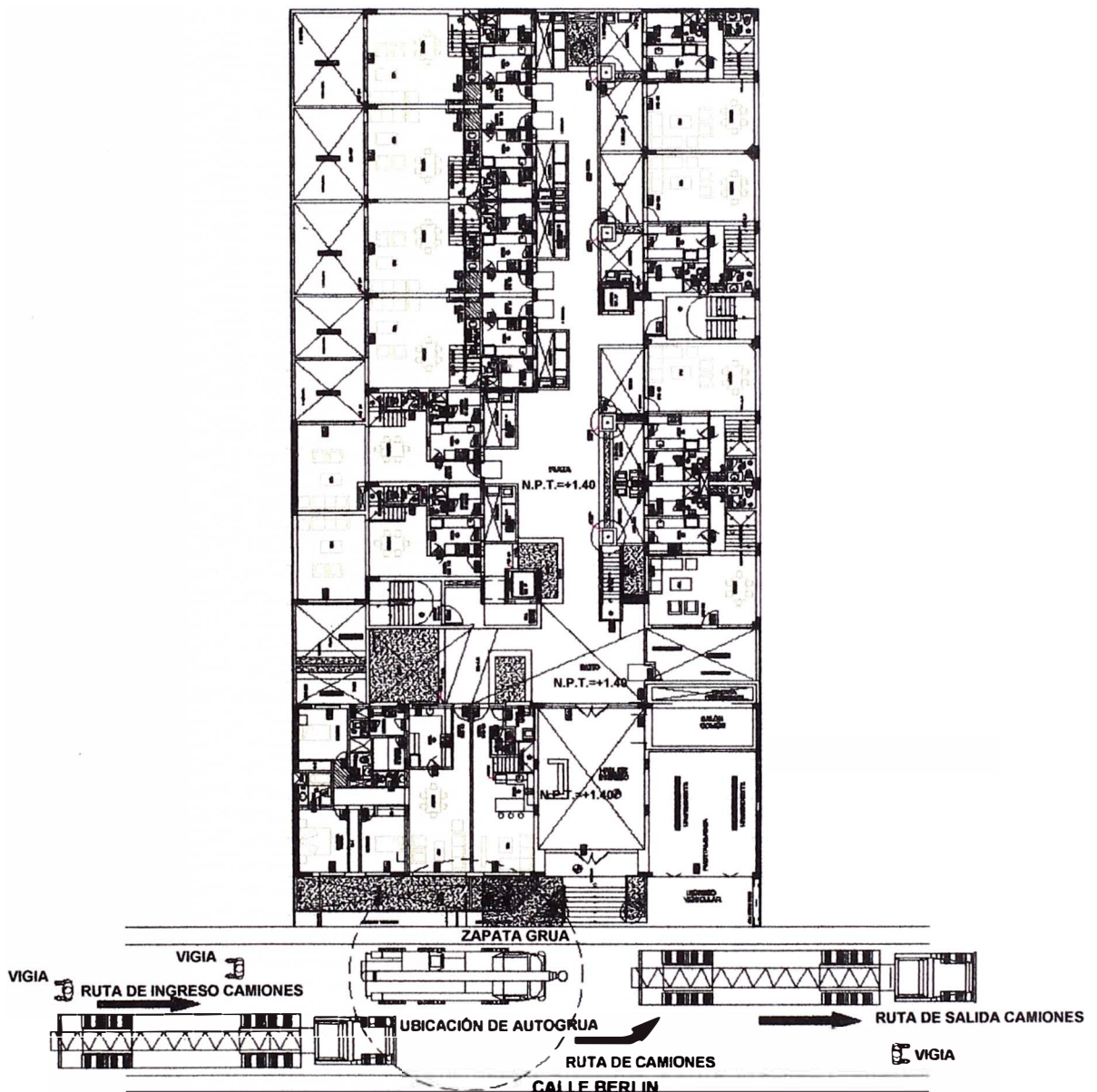


Figura N° 2.5 Instalación de Grúa Torre.

La entrada de los camiones se realizara como está indicado en el croquis el radio de acción de la auto grúa móvil telescópica será vallado por el personal de la obra, según

área indicada en este. Finalmente, terminada la descarga de los camiones, se retirarán estos de la obra.

Paso 3. Unos 15 minutos después del paso 2, se procederá a realizar las operaciones y maniobras del montaje de la grúa torre. El primer proceso de estas maniobras de montaje, será comenzar con el armado de la estructura de la torre hasta completar los 33 m. de altura, posteriormente a ello se colocará por encima de la torre armada, la cabeza unida con la contrapluma, para después colocar un contrapeso aéreo de 2,500 kg, luego se instalara la pluma previamente armada sobre el suelo y finalmente se colocaran el resto de los contrapesos aéreos.

Paso 4. Una vez montada la grúa torre de la obra, se procederá con la salida de la autogrúa móvil telescópica. El proceso de montaje de la grúa torre tiene una duración de aproximada de 8 horas como máximo, contadas desde el inicio de la descarga desde los camiones, de los elementos estructurales de la grúa torre en la obra.

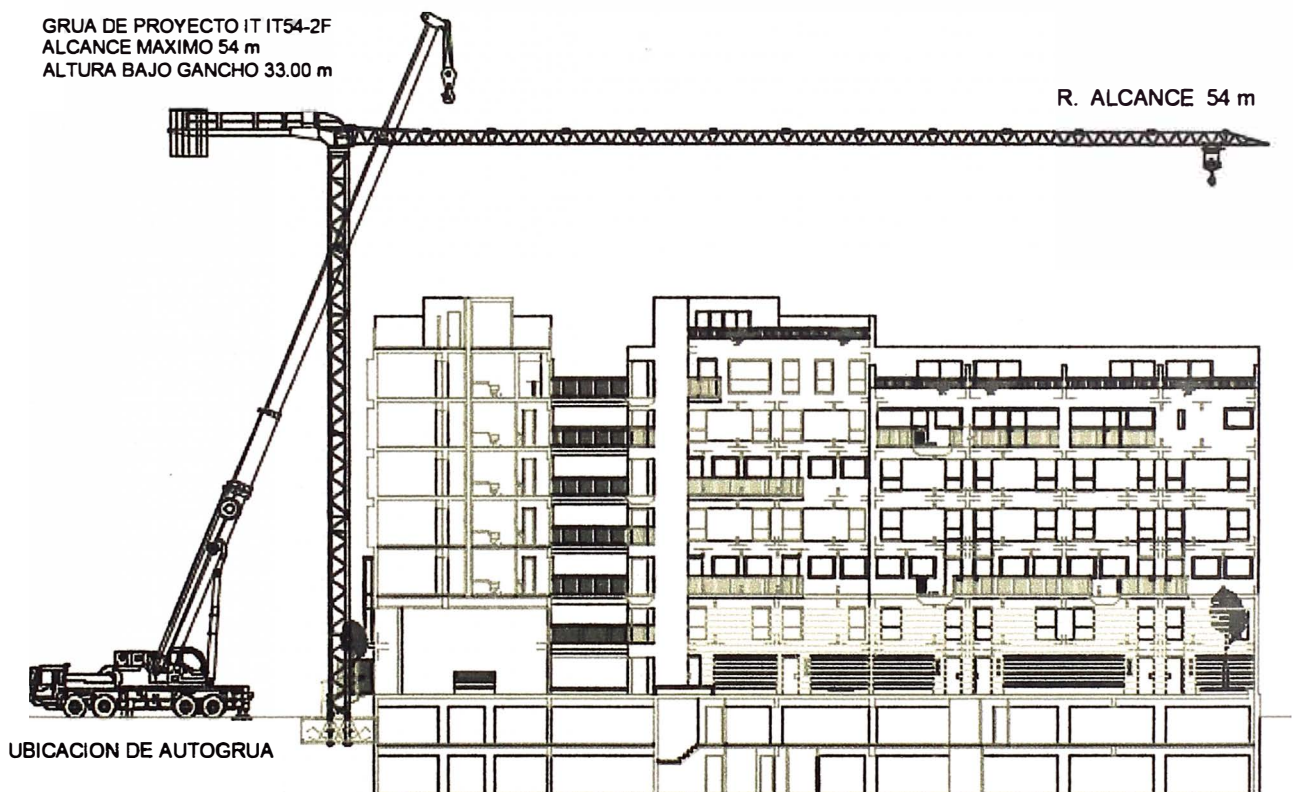


Figura N° 2.6 Características Instalación de Grúa Torre en obra estudiada.

2.4 EMPLAZAMIENTO DE LA GRÚA, DISTANCIAS DE SEGURIDAD:

A la hora del montaje de la grúa debe de prevalecer el criterio de seguridad sobre el de rentabilidad.

En ningún momento cualquier parte de la grúa, así como las cargas suspendidas, pueden entrar en contacto con líneas eléctricas de alta tensión, debiendo existir entre estas líneas y dichos elementos un espacio de seguridad de, al menos, 5 metros.

Al ubicar una grúa torre, siempre se tratará de evitar que pueda interferir en el radio de barrido de otra; si no fuera posible, se colocarán de forma que nunca exista interferencia entre la flecha de la más baja y el mástil de la otra. La distancia vertical entre el elemento más bajo, gancho arriba, de la grúa más elevada y el elemento más alto susceptible de chocar de la otra grúa, será como mínimo de 3 metros.

El espacio libre para el paso del personal entre las partes más salientes de la grúa y cualquier obstáculo será de 0,60 metros de ancho por 2,50 metros de alto. En caso de imposibilidad de aplicación de esta condición, se prohibirá el acceso de personal a esta zona peligrosa.

El espacio libre vertical entre la pluma y la última área de circulación de persona deberá ser de 3 metros, como mínimo, siendo recomendable 4,5 m.

La flecha de la grúa ha de poder girar completamente sin tropezar con ningún elemento de la propia construcción o edificios próximos, ya que ésta, cuando la grúa esté fuera de servicio, se dejará siempre en veleta, es decir, se orientará la flecha en la dirección del viento y sin freno, situando el gancho arriba de todo, sin carga, y lo más próximo a la torre.

2.5 SEGURIDAD:

2.5.1 Riesgos y medidas preventivas en la grúa torre.

A continuación se analizarán en forma detallada las diferentes funciones que se realizan con la grúa así como sus riesgos y medidas preventivas.

Riesgos directos:

Trabajos de montaje, desmontaje y mantenimiento

Cuadro N° 2.1 Trabajos de montaje, desmontaje y mantenimiento.

Circuntancias peligrosas	Medidas preventivas
Caída de personas en el desplazamiento por la torre y trabajos en la misma.	En la torre existirá una escala fija, en toda su longitud con aros salvavidas; de no ser así se utilizará cinturón de seguridad con dispositivo paracaídas deslizante por un cable tendido en toda la altura de la torre. Para los trabajos de montaje y desmontaje, los montadores irán provistos de cinturón de seguridad que sujetarán a la estructura. Se utilizará calzado antideslizante.
Caída de personas en el desplazamiento por la pluma, la contrapluma y trabajos en las mismas.	Cuando un operario tenga que subir a la pluma o la contrapluma utilizará cinturón de seguridad. La cuerda salvavidas del mismo se deslizará sobre un cable tendido longitudinalmente a la misma.
Caída de personas desde pasarelas y plataformas de servicio.	En las plataformas de servicio, andamios, pasarelas, etc., existirán barandillas y plintos. El piso será antideslizante.
Desplome de la grúa por rotura del cable de tracción o fallo en los husillos.	Mantener en perfectas condiciones de utilización los elementos auxiliares de elevación, cables, husillos, etc., de acuerdo con lo establecido en la O.G.S.H.T.
Atrapamientos en los puntos de contacto de los cables-poleas o en los engranajes.	Los trabajos de conservación y mantenimiento se efectuarán siempre con la grúa parada. En las poleas, tambores y engranajes, existirán las protecciones adecuadas: cubrepoleas, carcasas, etc. La ropa de trabajo estará ajustada al cuerpo y a las extremidades, los operarios no llevarán anillos, medallas, etc.

- En la utilización

Cuadro N° 2.2 En la utilización.

Circuntancias peligrosas	Medidas preventivas
Contacto eléctrico indirecto, debido a derivaciones del sistema eléctrico a los elementos mecánicos de la grúa.	En las grúas existirá una puesta a tierra asociada a un interruptor diferencial de sensibilidad mínima 300 miliamperios. La resistencia de la puesta a tierra no debe sobrepasar los 80 ohmios. Para conseguir en una grúa móvil una buena toma de tierra es recomendable enterrar un cable de cobre en toda la longitud de la vía, provisto de una piqueta en cada extremo y empalmar cada tramo de ésta a dicho cable con otros del mismo diámetro. Empalmar los dos raíles entre sí.
Contacto eléctrico directo, debido al contacto de la carga o de los cables de la grúa con las líneas eléctricas aéreas.	Ver NTP-72 (Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas).
Atrapamientos de personas entre la grúa móvil y elementos fijos, edificios, maquinaria, etc.	La distancia mínima entre las partes más salientes de la grúa y los obstáculos más próximos será de 70 cm.
Desplome de la grúa torre debido a: Colocación defectuosa de la vía.	El tendido de la vía será rectilíneo y perfectamente horizontal, tanto longitudinal como transversalmente. La separación entre raíles será constante.

Deficiencia en el lastre de la base o de la contrapluma.	Deberán seguirse las instrucciones dadas por el fabricante. El lastre de la base puede estar formado por grava en cajones o por bloques de hormigón. Los bloques de hormigón deberán repartirse simétricamente en uno y otro lado del eje de la grúa, estarán tarados y marcados con la indicación de su peso.
Salirse de las vías.	La grúa se deslizará sobre carriles y éstos tendrán en sus extremos unos topes cuya altura no será inferior a los 3/5 del diámetro de la rueda de la grúa; asimismo se utilizarán dispositivos limitadores del recorrido de la grúa situados a un metro de los topes para aumentar la seguridad.
Fallos del terreno en grúas instaladas cerca de zanjas, excavaciones, etc.	Se deberá estudiar perfectamente el paso de la vía junto a zanjas, excavaciones, terraplenes, etc., para evitar el desplome del terreno y la caída de la máquina, tomándose las medidas adecuadas, entibación, relleno, etc., en cada circunstancia.
Caída de la carga.	El cable deberá tener la suficiente longitud. Vigilar que haya pestillo de seguridad. Colocar limitadores de carga. Cuidar la distancia a grúas cercanas, edificios, chimeneas, etc. Un programa de conservación y mantenimiento evitará la rotura del cable. Los cables no se usarán para cargas superiores a las que están calculados. Todo cable que presente una deformación o estrangulación debe ser sustituido, así como los que presenten un cordón o varios hilos rotos.

Riesgos indirectos:

- Durante la utilización

Cuadro N° 2.3 Durante la utilización.

Circunstancias peligrosas	Medidas preventivas
Desplome de la grúa.	No debe utilizarse la grúa con velocidad del viento igual o superior a 60 km/h. o al límite fijado por el constructor. Cuando la velocidad del viento supere este límite hay que llevar la grúa móvil sobre el tramo de seguridad del raíl y anclarla con las tenazas. La pluma debe orientarse en el sentido de los vientos dominantes y ser puesta en veleta (giro libre), desfrenando el motor de orientación. No deben arrancarse con la grúa objetos adheridos al suelo. No deben elevarse cargas con tiros inclinados.
Caída de la carga o parte de ella	Las cargas de forma alargada se sujetarán con eslingas dobles para evitar que puedan caer por deslizamiento. Cuando sea preciso se guiarán con cuerdas, estando la persona que guía la carga fuera del alcance de caída de la misma. Las plataformas de transporte de materiales estarán apantalladas; de no ser posible el apantallamiento, las cargas se atarán a las plataformas.
Caída de personas al recoger la carga junto a aberturas exteriores (se hace mención de este riesgo, no siendo imponible a la grúa ni a las maniobras con esta máquina realizadas por considerarlo muy grave y origen de accidentes).	Se instalarán en las plantas de los edificios plataformas en voladizo, dotadas de barandillas y rodapié para la descarga de los materiales.

Procedimiento de seguridad durante el funcionamiento.

- Antes de iniciar el funcionamiento:

El gruista debe probar el buen funcionamiento de todos los movimientos y de los dispositivos de seguridad. Previamente se deben poner a cero todos los mandos que no lo estuvieran.

- Durante el funcionamiento:

El gruista debe saber que no se han de utilizar las contramarchas para el frenado de la maniobra.

Se recomienda para que el cable este tensado no dejar caer el gancho al suelo.

El conductor de la grúa no puede abandonar el puesto de mando mientras penda una carga del gancho.

En los relevos debe el gruista saliente indicar sus impresiones al entrante sobre el estado de la grúa y anotarlo en un libro de incidencias que se guardará en la obra.

Los mandos han de manejarse teniendo en cuenta los efectos de inercia, de modo que los movimientos de elevación, traslación y giro cesen sin sacudidas.

Si estando izando una carga se produce una perturbación en la maniobra de la grúa, se pondrá inmediatamente a cero el mando del mecanismo de elevación.

2.5.2 Dispositivos de seguridad: Limitadores.

Aparte de los sistemas mecánicos de seguridad, existen en la grúa limitadores electromecánicos, los cuales estarán siempre reglados y constantemente vigilados.

Limitador de par máximo o de momento: corta el avance del carro y la subida del gancho cuando se eleva una carga superior a la prevista para cada alcance. Permite bajar el gancho y retroceder el carro.

Limitador de carga máxima: corta la subida del gancho cuando se intenta levantar una carga que sobrepasa la máxima en un 10%. Permite bajar el gancho.

Limitadores en recorrido en altura del gancho: son dos fines de carrera superior e inferior, de los movimientos de elevación y descenso, que actúan sobre el mecanismo tanto en la subida como en la bajada, pudiendo efectuar el movimiento contrario.

Limitador de traslación del carro: corta el avance del carro de distribución, antes de llegar a los topes de goma, en los extremos de la flecha.

Limitador del número de giros de la torre: actúa sobre el mecanismo de orientación y limita el número de vueltas, dos o tres, de la parte giratoria en uno y otro sentido, con

el fin de no dañar la manguera eléctrica. Puede sustituirse este dispositivo colocando un colector de anillos.

Además las grúas deben de disponer topes de las vías y sistemas de sujeción del aparato a las vías mediante mordazas, además de poseer escaleras dotadas de aros salvavidas, plataformas y pasarelas con barandillas, cable tendido longitudinalmente a lo largo de la pluma y la contrapluma y en su caso cable tendido longitudinalmente a lo largo de la torre.

NOTA: Los dispositivos de fin de carrera de traslación, situado a 0,5 metros antes de los topes.

1. Seguridad en el empleo de elementos bajo tensión eléctrica.

En este caso, la grúa debe de estar provista de dispositivos que impidan a toda persona no autorizada acceder a las piezas bajo tensión y a los órganos cuyo reglaje afecte a la seguridad; en particular, los armarios de contactores deberán estar bajo llave y las cajas que contienen las resistencias protegidas, de manera que impidan la introducción de las manos. En caso de tener mando a distancia, todos los circuitos de mando y control serán de muy baja tensión.

2. Indicadores de carga y alcances.

Se fijará sobre la grúa una placa en lugar visible, de forma, tamaño y material adecuado que especifique: alcance, carga máxima y distancia.

Esto es necesario, ya que esta placa indicadora vendrá dada en función de la curva, donde por ejemplo si se lleva una carga de 4.000 kg desde el mástil hacia la punta, en el momento en que pase el carro los 9 metros actuará el limitador de par máximo.

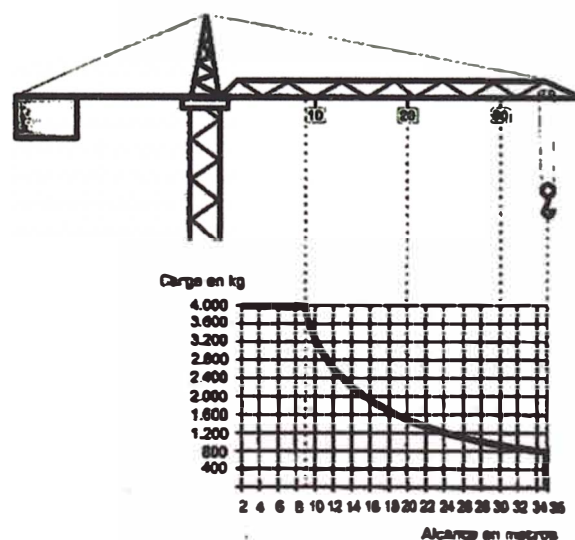


Figura N° 2.7 Indicadores de carga y alcance.

2.5.3 Elección del Operador.

La grúa es, seguramente, la máquina más importante de la obra. Por este motivo, deberá ser confiada a una persona responsable y capacitada, ya que del gruista va a depender la marcha de la obra y, en una parte importante la seguridad de todos los operarios que en ella trabajan.

Por tanto, la conducción de la grúa se hará exclusivamente especialmente designada para ello.

Para regular esta situación, entró en vigor el 5 de mayo de 1998 una Resolución de la Consejería de Economía, por la que se establece los requisitos para la obtención del título de gruista, que es exigible para manejar grúas torre desmontables de obras.

Para obtener el título de gruista se necesitará haber superado:

- Una prueba previa de conocimientos generales sobre aritmética, dibujo y electricidad.
- Un curso teórico-práctico de 200 horas de duración. Las personas que hayan acreditado experiencia profesional en el manejo de dichas grúas, realizarán un curso teórico de 50 horas.
- Un examen médico sobre agudeza visual, sentido de la orientación, equilibrio y agudeza auditiva.

2.6 PRODUCTIVIDAD

Hoy en día la construcción se encuentra cada vez más en búsqueda de mejores índices de productividad y avanza a pasos agigantados en el logro de ella, puesto que cada día los constructores se desenvuelven con la aplicación de nuevas filosofías, de manera que conlleve al mejoramiento de la productividad de la obra en ejecución. Es así que surge la necesidad de echar mano de toda la tecnología actualmente disponible en los distintos mercados de cada respectivo país. Uno de estos recursos tecnológicos actualmente disponibles es el empleo de equipos en los proyectos de edificación.

Hoy en día la ejecución de proyectos cada vez más difíciles, con plazos más cortos obliga al cambio de la forma de trabajo tradicional, reemplazando la mano de obra del personal obrero por el empleo de equipos cuyo costo resulta similar al compararlos con el número de trabajadores que realizaría dicha actividad.

2.6.1 Productividad de la grúa Torre.

Se deberá realizar una programación de la grúa torre, de forma simultánea con la programación general, de manera que exista una sincronización entre las tareas. Esta programación debiese ser controlada diariamente, para verificar si se están realizando las actividades programadas y en cualquier contratiempo poder reprogramar de acuerdo a los requerimientos exigidos por el desarrollo de la obra.

Para hacer realidad la planificación, es imprescindible conocer los tiempos que demora cada actividad realizada por la grúa y también determinar la cantidad de personal que debe estar en dicha actividad.

La gran diferencia entre las grúas se puede apreciar principalmente en las cargas de hormigón y en los casos que se desee transportar carga a distancia en punta que es donde más torque se produce y será donde más exigida se encuentra la grúa, por lo que se deberá tener especial cuidado en las cargas máximas a transportar.

2.6.2 Tiempos de ciclo, productividad.

Para analizar los tiempos de ciclo, a continuación se presentan los movimientos de la grúa. El ciclo considerado es: carga del material, elevación, carro, giro, descenso, descarga, luego nos devolvemos al punto de suministro, con elevación, giro, carro, descenso. Sólo se han ocupado los movimientos 1, 2 y 3; la traslación es poco común.

2.6.3 Uso de la Grúa Torre en el acarreo de materiales

Ahora debido a la demanda del sector constructivo de edificios a mayor altura se incrementa, teniendo que cumplir además plazos exigentes con el tiempo y la productividad, teniendo con ello que utilizar una herramienta que nos permita ganar altura y tener mayores rendimientos.

Tenemos el uso en las siguientes etapas de la construcción:

Al inicio en la excavación masiva del terreno:

Por ejemplo para el uso del sistema de faja transportadora, y la eliminación del material excedente, ahora se utiliza con la ayuda de la Torre Grúa, como ayuda en el transporte de la eliminación del material excedente.

Otro uso común de la Grúa Torre es el acarreo de material suelto en banco.

Movimiento de buguiss en el vaciado de concreto.



Figura N° 2.8 Acarreo de material.

2.6.4 Uso de la Grúa Torre en la fase constructiva

1. Armado y Colocación del Acero:

Se trata de la elaboración, montaje y colocación de las correspondientes armaduras en el interior de aquellos encofrados que así lo requieran.

Pudiendo utilizar para estos elementos también elementos auxiliares como:

- Andamios de borriquetes.
- Andamios tubulares modulares.
- Cadenas, estrobos y eslingas.
- Escaleras de mano.
- Ganchos y mordazas.
- Puntales.

2. Montaje del Encofrado:

Se realiza un pre armado de la plataformas de trabajo y se desechará la madera con nudos procurando en lo posible utilizar medios metálicos (tubos de acero, plataformas metálicas, etc...prefabricadas).

- Posterior a ello se revisara el buen estado de la ménsula y de los enganches de la misma antes de proceder al montaje de las plataformas.
- La estabilización de los paneles se realizará acorde con las dimensiones de los mismos y siguiendo las indicaciones del fabricante.

- El uso de puntales y trácteles se reducirá a aquellos casos en los que por razones de espacio u otros motivos no sea posible el uso de estabilizadores.
- Antes del inicio de los trabajos se revisará el buen estado de las tierras.
- Una vez de haber revisado los acápites mencionados anteriormente, se procede con el movimiento de los paneles de encofrado.

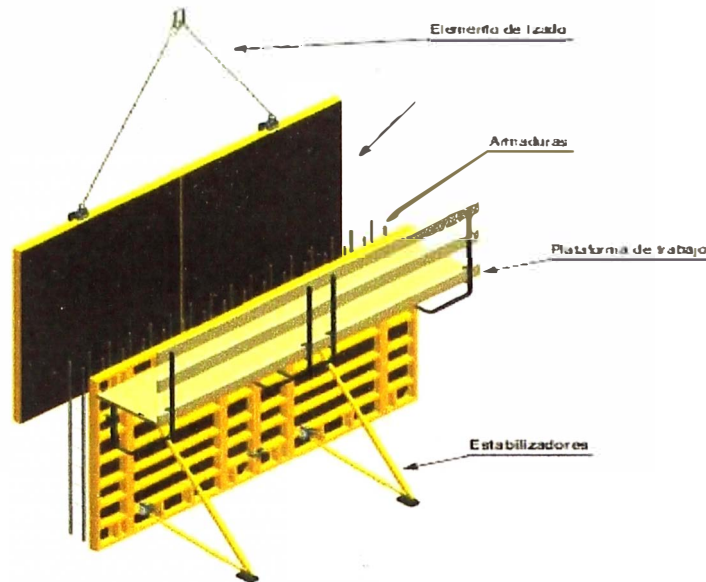


Figura N° 2.9 Acarreo de encofrado.

3. Vaciado de Concreto:

Es el conjunto de operaciones necesarias para el vertido del concreto en el interior del encofrado, realizándolo mediante un balde de acero y descargando el concreto manualmente mediante una compuerta en la parte inferior.



Figura N° 2.10 Vaciado de Concreto.

4. Montaje de Elementos Prefabricados:

Cuando tenemos proyectos en edificaciones y debido al tiempo y la versatilidad del proyecto estamos en la necesidad de utilizar elemento prefabricado que nos ayuden a realizar una ejecución más eficaz y con una determinada programación.

Cabe mencionar que para utilizar estos elementos y el edificio presenta como característica una altura mayor a 15 m., se hace necesario el uso de la Grúa Torre.

A continuación se hace la descripción de algunos sistemas constructivo que se pudo acceder gracias al uso de una grúa Torre.

- Viguetas Prefabricadas: Son mayormente utilizadas en sistemas de losa aligerada, en donde trae como gran ventaja el tiempo de armado de losa, así como un ahorro en cuanto al volumen de concreto. Es el componente principal de las viguetas prefabricadas, la armadura está hecha de varillas de acero corrugado, 2 inferiores y 1 superior unidos por otro hilo trefilado en frío.
- Sistema de Pre losa: La pre losa es un elemento prefabricado de concreto armado de 5cm de espesor, diseñada y fabricada a medida (variable en forma y dimensiones). La losa reúne las ventajas de la construcción prefabricada (uniformidad, reducción de tiempos y costos) con las ventajas de la construcción convencional en el sentido de obtener estructuras monolíticas. Estructuralmente el techo terminado es equivalente al convencional.



Figura N° 2.11 Acarreo de Pre losas.

- **Sistema de Placa Colaborante:** El sistema de losa con placa colaborante es un tipo de losa compuesta, que usa un perfil de acero galvanizado diseñado para anclarse perfectamente al concreto y formar de esta manera una losa reforzada.

Las láminas de acero funcionan como un encofrado colaborante, capaces de soportar el hormigón vertido, la armadura metálica y las cargas de ejecución. Posteriormente, las láminas de acero se combinan estructuralmente con el hormigón endurecido y actúan como armadura a tracción, comportándose como un elemento estructural mixto entre el hormigón y el acero.

2.6.5 Justificación del uso de la Grúa Torre

Teniendo en cuenta que uno de los factores que aporta más pérdidas de tiempo son las esperas por abastecimiento de materiales, idear una herramienta que permita generar decisiones de emplazamiento de grúas torres que estén avaladas por estudios y cálculos técnicos, podría resolver en parte el tema logístico y de desempeño. El costo de utilización de una grúa torre puede considerarse elevado, para justificar la utilización de este recurso, se debe planificar de modo que sea ocupado en su capacidad máxima, a lo mejor si es necesario, los procesos constructivos deberán modificarse para optimizar dicho recurso, entonces cabe preguntarse, ¿en qué procesos se utilizara este recurso? y ¿cómo la grúa torre mejorara el rendimiento de dicho proceso?. Por ejemplo, en la construcción de un edificio (estructura de hormigón armado de 16 pisos), el proceso de hormigonado podríamos realizarlo con hormigón premezclado y una bomba para la elevación de este, pero si utilizamos una grúa torre con el objetivo único de transportar materiales y para la faena de hormigonado, el costo beneficio de este recurso no sería el más óptimo como si lo utilizáramos además con el objetivo de transportar un moldaje efco (moldaje metálico), el cual podríamos armarlo al pie de la obra y ser transportado para ponerlo como un mecano en la posición que corresponda.

Las variables estratégicas a analizar para seleccionar la grúa torre adecuada son:

1. Métodos de Encofrado, tales como moldajes metálicos, moldajes para muro auto deslizante o mesas “volantes”.
2. Elección de otras vías de abastecimiento de hormigón como el uso de bombas y “cañerías metálicas” o grúas especiales de abastecimiento. Pre montaje de armaduras resistentes, paneles prefabricados de hormigón y elementos de acero estructurales;

balanceando el peso de los elementos contra la reducción del número de trepajes.

3. Más Grúas Torre v/s mayor plazo de programación; en este punto es importante tener en cuenta que un mayor plazo evidentemente significa costo de mano de obra más extenso en tiempo. Para ello se debería determinar el ciclo promedio de izaje requerido en un proyecto, este puede indicar que requiere más de una grúa. Incluso donde el ciclo de izaje no es un factor crítico, un área de trabajo de extensión más abierta puede requerir más de una grúa. Montar la grúa en un carril para que pueda cubrir un área más extensa es una solución que resuelve el problema de espacio, en algunos casos.

4. Realizar las operaciones que mantienen la grúa ocupada por un periodo prolongado cada día pueden ser reprogramadas para un turno de noche si las condiciones así lo permiten.

Luego de definidas estas variables se procede a seleccionar el tipo de grúa de la siguiente manera:

Estudiar planos y situación en terreno: Lo ideal sería estudiar ambas de forma simultánea dado que ahorraría tiempo y especulaciones por no tener la total visión del escenario. Acá se debiese descartar los puntos que por diversas razones (imposibilidad de desmontaje, cables de alta tensión, etc.) no fuese factible el emplazamiento de la grúa torre.

Encontrar puntos pseudo-óptimos de localización: Es acá donde se darán una o más posibilidades de emplazamiento y se deberá ordenar preferencias dado las necesidades, pudiendo tener al menos una opción en caso de cambiar el punto por alguna eventualidad, ya sea por no conseguir permisos municipales, imposibilidad de conseguir una grúa determinada, etc.

Determinación de las características de la grúa torre, principalmente, altura, alcance y cargas máximas. También es importante factor, el emplazamiento de la grúa, ejemplo en caso querer montarla sobre vías sería un requisito más a tener en cuenta, inclusive los lastres basales en caso que se desee montar sobre chasis estacionario. En ocasiones (poco común) los arrendadores de grúas torre no cuentan con lastres basales para una determinada grúa.

Otro factor será, disponer de control remoto, para escenarios en que por razones irremediables se cuente con poca o nula visibilidad.

Generar una terna de grúas en arriendo a estudio. Pudiendo empezar por ejemplo por las grúas que se encuentran operando en la zona y que serán removidas para la fecha solicitada o antes, para ahorrar el traslado desde zonas distantes. Luego cotizar

y saber de su disponibilidad y estado, pudiendo finalmente generar una terna que cumplan los requisitos y cotizar.

Pseudo-óptimo: Punto que de no estar fuera de la construcción y con chasis estacionario debiese ser por una justificada situación, infactibilidad de emplazar en la periferia o por que no se pudiera barrer toda la superficie desde ese punto.

CAPÍTULO III: ESQUEMA DEL PROYECTO APLICADO EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

3.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

La Obra objeto del caso aplicativo se ubica en el distrito de Miraflores en la calle Berlín N° 947; en una zona consolidada y lotes vecinos ya construidos como se aprecia en la Figura N° 3.1.



Figura N° 3.1 Ubicación de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín.

El terreno tiene un área total de 1,535.00 m², de los cuales el 61% corresponde al área a techar del proyecto (aproximadamente 937 m²) mientras que el 39% restante corresponde al área libre (aproximadamente 598 m²).

La edificación cuenta con 7 niveles superiores y 2 niveles de sótanos para estacionamientos (ver Fig. N° 3.2) El acceso a este nivel es mediante una rampa ubicada a lo largo del lindero derecho del terreno, la cual pasando una calle vehicular continúa hacia el sótano. En el sótano se ubican 18 estacionamientos simples y 14 estacionamientos dobles.

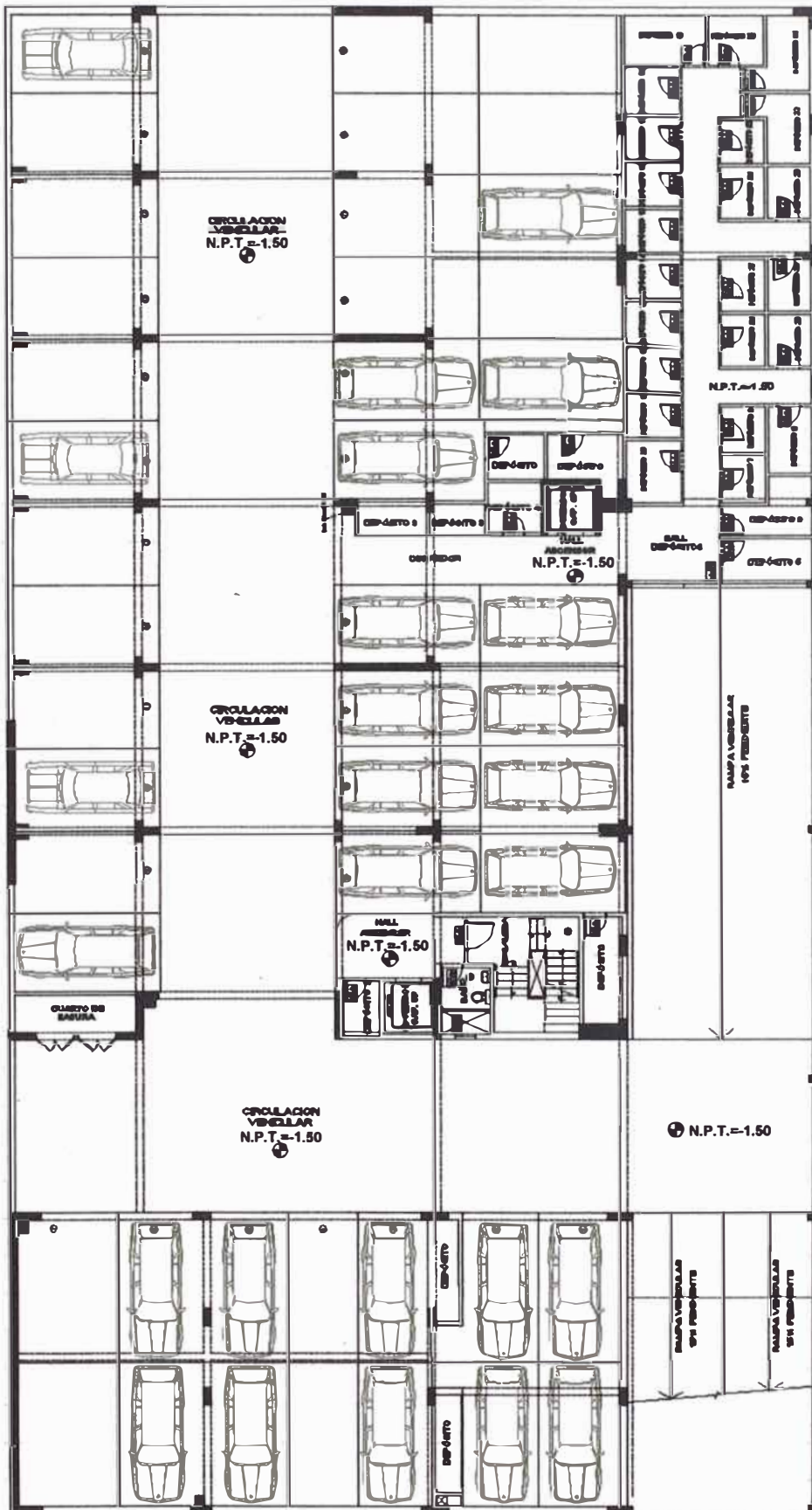


Figura N° 3.2 Planta de estacionamientos sótano 1.

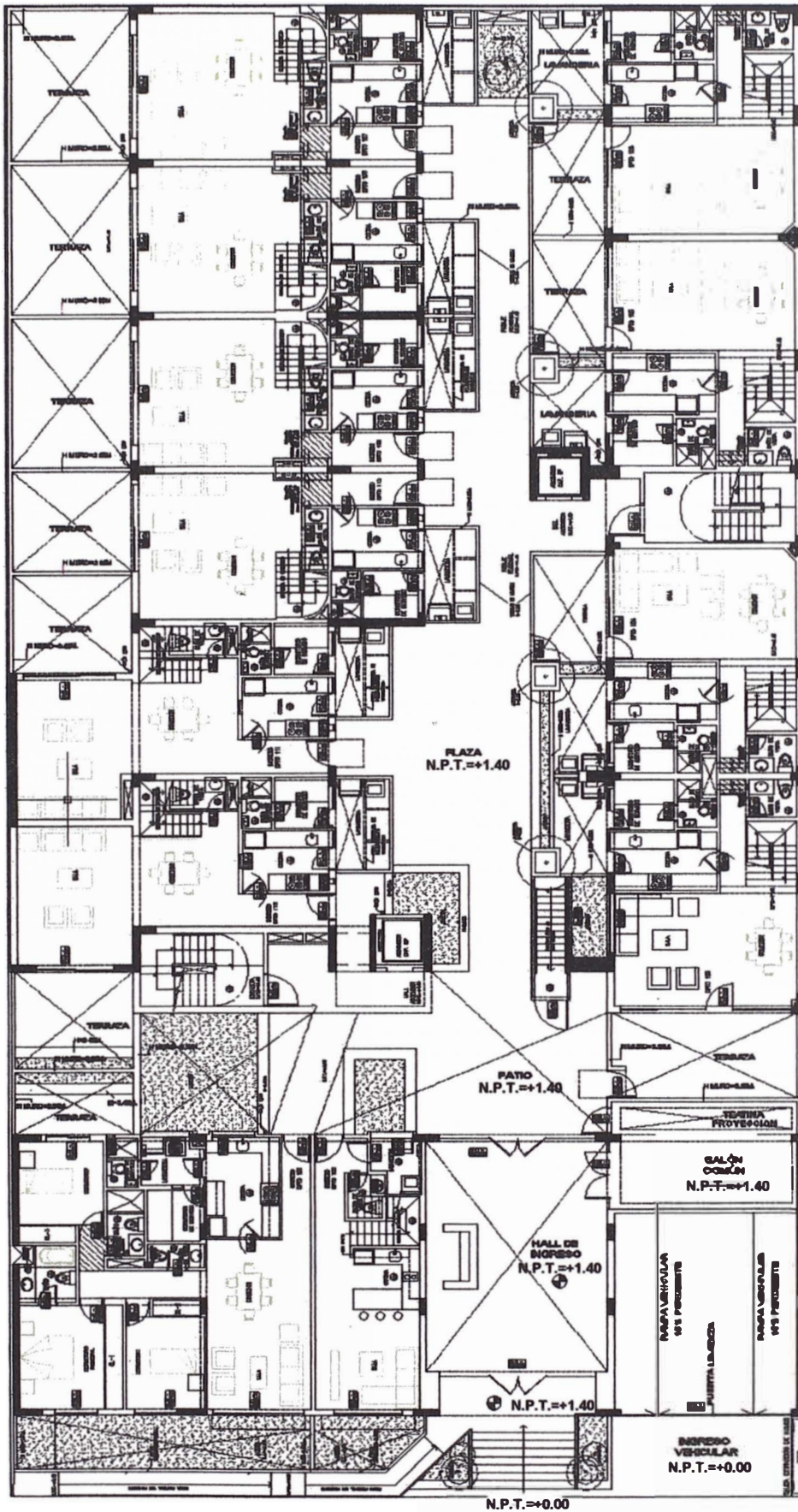


Figura N° 3.3 Planta del Primer Piso.

En el primer piso nivel +1.40 m, se ubica el hall de ingreso, al cual se accede mediante escalera o rampa peatonal ubicadas en la fachada. Desde el hall de ingreso se accede a un salón de uso común ubicado también en el primer nivel, Figura N° 3.3.

Pasando el hall de ingreso está el patio y circulación común, donde se ubican los ascensores y escaleras de emergencia. El primer ascensor tiene una capacidad para 10 pasajeros y sirve a los departamentos del bloque frontal y a algunos de los bloques interiores. El segundo ascensor, con capacidad para 8 pasajeros, sirve a los bloques interiores. La circulación desde las escaleras y ascensores hacia los departamentos se da mediante puentes que los conectan en los distintos niveles.

El condominio consta de tres bloques de 7 pisos cada uno. El bloque frontal cuenta con 13 departamentos flat de 110.00m², y 6 departamentos dúplex de 73.00m² aprox. El bloque interior de la derecha cuenta con 12 departamentos dúplex de 117m² aprox. y un departamento dúplex de 81m² aprox. El bloque interior de la izquierda cuenta con 18 departamentos dúplex de 117m² aprox. Y un departamento dúplex de 113m² aprox.

Todos los departamentos del último nivel tienen una azotea con un área construida correspondiente al 40% del área del nivel inmediato inferior y terraza.

La zona de estacionamientos cuenta con sistema contra incendios mediante rociadores. El ingreso vehicular cuenta con puerta levadiza que se activan a control remoto. Las rampas vehiculares son de 3m de ancho y tienen una pendiente del 15%. El suministro de agua potable es mediante un sistema de Presión Constante el cual se abastece a través de una conexión de la red troncal de sedapal que pasa por la calle Berlín, de igual manera el desagüe de la obra está conectado a la red de desagüe que pasa por dicha calle.

El suministro eléctrico está dado por la conexión que brinda la empresa de luz de sur la cual se distribuye a cada departamento a través de un tablero de distribución monofásico

Finalmente consta de dos ascensores que conectan todos los ambientes de la edificación.

Como estructura se tiene la siguiente configuración:

1. En la dirección X-X (paralela a los ejes alfabéticos) la rigidez del edificio es tomada por los pórticos de columnas o placas y vigas de concreto armado.

2. En la dirección Y-Y (paralela a los ejes numéricos) la estructura ha sido diseñada en base a un sistema de placas.

3. El sistema de techado es utilizando viguetas pretensadas Firth y bovedillas de 25cm y 20cm de espesor y losas macizas de 20 y 25 cm de espesor en las zonas cercanas a escaleras y caja de ascensor.

4. Diseño de los Muros Anclados

Los muros de contención han sido diseñados para las dos etapas de funcionamiento:

- Una primera etapa, donde el muro trabaja solo con paños independientes, sometidos a la fuerza de compresión del anclaje y a la reacción que sobre él ejerce el terreno. Se diseña como un elemento equivalente a una zapata aislada, requiriéndose mayor fierro en la cara interior.
- Una segunda etapa, donde ya están construidos las losas de los techos de los sótanos, donde ya no se requieren los anclajes y donde el muro trabaja como una losa continua, apoyada sobre los niveles de techos de los sótanos.

5. Diseño de Cimentación

La cimentación del edificio ha sido efectuada en base a cimientos corridos para los muros de sótanos y zapatas aisladas y combinadas unidas con vigas de cimentación de concreto armado. Se tomó para el diseño de cimentación la resistencia del suelo 4kg/cm^2

3.2 METRADOS

Se realizan para calcular la cantidad de obra a realizar (concreto, encofrado, acero, IIEE, IISS, etc.) que cuando es multiplicada por su respectivo costo unitario y luego sumados todo en conjunto se obtiene el costo directo. Es indispensable conocer y entender el proyecto, estudio total de los planos y de las especificaciones técnicas, relacionando y compatibilizando los planos de las diversas especialidades. A continuación se muestra los costos por especialidad y por metro cuadrado:

Cuadro N° 3.1 Costos por metro cuadrado de Edificio Multifamiliar Berlín.

Descripción	Total \$	Costo x m2	%
ESTRUCTURAS	\$1,721,341.52	183.03	34.80%
ARQUITECTURA	\$2,164,710.89	230.17	43.76%
INSTALACIONES SANITARIAS	\$154,328.08	16.41	3.12%
INSTALACIONES ELECTRICAS	\$292,249.85	31.07	5.91%
EQUIPAMIENTO	\$281,924.06	29.98	5.70%
GASTOS GENERALES	\$317,432.76	33.75	6.42%
SERVICIOS	\$15,006.04	1.60	0.30%
	\$4,946,993.19	526.00	100.00%

AREA TOTAL CONSTRUIDA : 9,404.93 m2

En el cuadro N° 3.1 podemos ver los costos US\$ x m2 de las diferentes especialidades Estructuras viene a ser un 34.80 %, Arquitectura representa un 43.76%, Instalaciones Sanitarias representa un 3.12 %, Instalaciones Eléctricas representa un 5.91 %. Equipamiento representa un 5.70 %, Gastos Generales representa un 6.42 % y Servicios representa un 0.30 %.

3.2.1 Metrado de Estructuras

La ejecución de estos cálculos se realizan en función a lo normado por el Reglamento de metrados para obras de edificación dado por el Ministerio de Vivienda y Construcción en la cual se elabora los cálculos para cada partida. A manera de ejemplo se muestra el metrado de estructuras para las partidas de Zapatas y Muros Pantalla y se determina la lista de materiales a utilizar.

3.1.2 Metrado de Arquitectura

La ejecución de estos cálculos se realizan en función a lo normado por el Reglamento de metrados para obras de edificación dado por el Ministerio de Vivienda y Construcción en la cual se elabora los cálculos para cada partida. A manera de ejemplo se muestran los metrados de puertas de madera y tarrajeo, revoques y enlucidos y se determina la lista de materiales a utilizar.

Cuadro N° 3.4 Plantilla de metrado de Arquitectura Puertas de madera.

UNIDAD DE MEDIDA :		UNID																											
N° Part.	Descripción	PUERTAS DE MADERA																											
		UND	P-1 (6.00x2.40)	P-1 (1.20x2.10)	P-2 (1.00x2.10)	P-2 (1.00x2.20)	P-3 (1.00x2.10)	P-4 (0.80x2.10)	P-5 (0.80x2.10)	P-6 (0.65x2.10)	P-7 (0.75x2.10)	P-8 (0.70x2.10)	P-9 (0.80x3.10)	P-10 (0.85x2.10)	P-10 (0.80x2.20)	P-11 (0.80x2.20)	P-11 (0.80x2.20)	P-12 (1.20x2.00)	P-13	P-7 (0.80x2.10)	PV-1 (1.10x2.10)	PV-2 (1.60x2.10)	PV-3 (1.65x2.10)	PV-4 (1.20x2.10)	PV-5 (1.15x2.10)	PV-6 (1.20x2.10)			
RESUMEN DE METRADOS A TORRES																													
GENERAL COMUNA																													
ITEM	NIVELES	UND	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.00	ROTAND 1	UND	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	8.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.00	SEMISOTANO	UND	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	30.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
03.00	PRIMER PISO: AREAS COMUNES	UND	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	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		UND	1.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	38.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TORRE A																													
ITEM	NIVELES	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	1.00	0.00	4.00	2.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.00	PRIMER PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	2.00	1.00	0.00	4.00	2.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.00	SEGUNDO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	6.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
03.00	TERCER PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	2.00	4.00	2.00	4.00	2.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
04.00	CUARTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	6.00	2.00	2.00	6.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
05.00	QUINTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	2.00	4.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
06.00	SEXTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	6.00	2.00	3.00	6.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
07.00	SETIMO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	2.00	4.00	2.00	0.00	4.00	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	
08.00	AZOTEA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	0.00	2.00	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		UND	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	3.00	12.00	26.00	14.00	10.00	39.00	18.00	4.00	16.00	1.00	0.00	0.00	1.00	2.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TORRE B																													
ITEM	NIVELES	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	
01.00	PRIMER PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
02.00	SEGUNDO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	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	
03.00	TERCER PISO	UND	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	3.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.00	0.00	4.00	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	
04.00	CUARTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	6.00	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	
05.00	QUINTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	9.00	7.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
06.00	SEXTO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00	2.00	3.00	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	0.00	
07.00	SETIMO PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	4.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
08.00	AZOTEA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	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		UND	0.00	0.00	4.00	0.00	10.00	0.00	12.00	1.00	27.00	26.00	18.00	9.00	0.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	3.00	0.00	3.00	
TORRE C																													
ITEM	NIVELES	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	
01.00	PRIMER PISO	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	
02.00	SEGUNDO PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	4.00	10.00	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	
03.00	TERCER PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	6.00	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	
04.00	CUARTO PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	4.00	10.00	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	
05.00	QUINTO PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	12.00	4.00	6.00	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
06.00	SEXTO PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	6.00	0.00	16.00	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	
07.00	SETIMO PISO	UND	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	2.00	2.00	0.00	1.00	1.00	4.00	0.00	4.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	
08.00	AZOTEA	UND	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
TOTAL		UND	0.00	0.00	12.00	0.00	19.00	0.00	19.00	3.00	60.00	13.00	48.00	12.00	0.00	19.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	4.00

Cuadro N° 3.5 Plantilla de metrado de Tarrajeo, revoques y enlucidos.

g d grupo daniefson		EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN MIRAFLORES - LIMA															
HOJA DE METRADOS																	
ARQUITECTURA																	
UNIDAD DE MEDIDA : M2																	
N° Part.	Descripción	TARRAJEO , CIELORASO, REVOQUES , SOLAQUED															
		Und	TECHO	VIGA	*Tarrajeo Interior	tarrajeo tipo b muro	tarrajeo tipo b techo	*Encarnado	*Derrames	*Tarrajeo con Impermeabil	*Contra Zocalo Cemento	Pisos y Contrapisos por m2	Solaqueo de Muros	Solaqueo de Vigas	Solaqueo de columnas	Solaqueo de Ascensor	*escarchado
RESUMEN DE METRADOS X PISOS																	
ITEM	NIVELES	UND															
01.00	SOTANO 1	M2	99.53	0.00	357.36	357.36	0.00	0.00	115.15	309.53	370.02	37.20	552.72	302.44	206.11	262.89	1178.31
02.00	SEMSOTANO	M2	58.38	0.00	1195.59	1195.59	0.00	0.00	153.00	0.00	544.99	37.20	367.68	300.73	170.94	0.00	1286.05
03.00	PRIMER PISO	M2	684.42	88.73	2675.79	251.51	1385	277.05	770.49	106.35	17.40	114.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.00	SEGUNDO PISO	M2	726.23	22.40	2397.36	93.83	29.54	193.74	681.11	0.00	40.85	75.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05.00	TERCER PISO	M2	740.85	68.55	2342.05	106.29	31.44	365.50	861.30	0.00	45.25	75.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06.00	CUARTO PISO	M2	784.74	28.20	2623.53	90.12	27.10	235.92	756.74	0.00	39.45	75.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07.00	QUINTO PISO	M2	742.48	47.11	2518.44	90.12	27.10	277.25	758.57	0.00	39.45	75.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08.00	SEXTO PISO	M2	733.53	68.53	2196.05	106.29	31.44	239.78	824.54	0.00	45.25	75.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09.00	SETIMO PISO	M2	584.09	67.30	2305.16	98.79	15.89	170.58	606.44	79.48	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10.00	AZOTEA	M2	154.86	12.01	957.71	0.00	0.00	84.54	345.76	76.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
			5.309.11	~394.83	19.569.04	2.387.91	176.16	1.844.37	5.675.10	571.91	1.164.91	604.51	920.39	603.17	377.05	262.89	2.464.36
RESUMEN DE METRADOS X TORRES																	
AREAS COMUNES																	
ITEM	NIVELES	UND															
01.00	SOTANO 1	M2	99.53	0.00	357.36	357.36	0.00	0.00	115.15	309.53	370.02	37.20	552.72	302.44	206.11	262.89	1178.31
02.00	SEMSOTANO	M2	58.38	0.00	1195.59	1195.59	0.00	0.00	153.00	0.00	544.99	37.20	367.68	300.73	170.94	0.00	1286.05
03.00	PRIMER PISO - AREAS COMUNES	M2	67.78	19.47	371.28	212.29	0.00	0.00	31.10	49.02	0.00	71.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL			225.69	19.47	1.924.23	1.765.24	0.00	0.00	299.25	358.55	915.01	145.65	920.39	603.17	377.05	262.89	2.464.36
TORRE A																	
ITEM	NIVELES	UND															
01.00	PRIMER PISO	M2	133.72	4.40	455.98	0.00	0.00	50.35	173.05	43.38	0.00	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.00	SEGUNDO PISO	M2	193.84	19.90	586.59	0.00	0.00	53.30	165.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03.00	TERCER PISO	M2	243.41	28.20	809.90	0.00	0.00	104.40	232.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.00	CUARTO PISO	M2	250.58	25.70	796.07	0.00	0.00	95.47	237.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05.00	QUINTO PISO	M2	243.41	28.20	808.56	0.00	0.00	104.40	232.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06.00	SEXTO PISO	M2	250.58	25.70	796.07	0.00	0.00	95.47	237.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07.00	SETIMO PISO	M2	233.34	38.78	733.00	0.00	0.00	63.82	135.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08.00	AZOTEA	M2	101.10	5.04	638.44	0.00	0.00	65.63	207.20	45.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL			1649.98	175.92	5824.58	0.00	0.00	632.85	1821.91	88.82	0.00	6.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TORRE B																	
ITEM	NIVELES	UND															
01.00	PRIMER PISO	M2	184.05	36.44	701.91	39.22	13.65	86.13	215.23	7.74	17.40	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.00	SEGUNDO PISO	M2	211.56	0.00	714.34	41.74	13.65	58.13	204.21	0.00	16.60	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03.00	TERCER PISO	M2	192.77	21.81	618.10	54.20	15.55	127.00	222.34	0.00	23.00	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.00	CUARTO PISO	M2	213.33	0.00	731.02	38.03	11.21	58.13	209.16	0.00	17.20	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05.00	QUINTO PISO	M2	188.92	3.38	706.89	38.03	11.21	73.85	197.01	0.00	17.20	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06.00	SEXTO PISO	M2	201.32	32.33	564.06	54.20	15.55	59.86	146.56	0.00	23.00	37.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07.00	SETIMO PISO	M2	140.22	8.00	654.57	44.69	0.00	50.17	186.70	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08.00	AZOTEA	M2	18.65	0.00	130.08	0.00	0.00	13.65	54.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL			1370.82	101.95	4820.98	310.09	80.82	522.91	1435.72	22.14	116.40	223.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TORRE C																	
ITEM	NIVELES	UND															
01.00	PRIMER PISO	M2	288.87	28.42	1146.63	0.00	0.00	140.58	351.11	6.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02.00	SEGUNDO PISO	M2	320.83	2.50	1096.44	52.10	15.89	84.32	311.90	0.00	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03.00	TERCER PISO	M2	304.67	18.54	914.05	52.10	15.89	134.10	406.08	0.00	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04.00	CUARTO PISO	M2	320.83	2.50	1096.44	52.10	15.89	84.32	311.90	0.00	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05.00	QUINTO PISO	M2	300.15	15.54	1002.99	52.10	15.89	99.00	328.68	0.00	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06.00	SEXTO PISO	M2	281.63	2.50	835.92	52.10	15.89	84.44	240.30	0.00	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07.00	SETIMO PISO	M2	210.53	20.53	917.59	52.10	15.89	58.58	284.20	65.08	22.25	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08.00	AZOTEA	M2	35.11	6.97	189.19	0.00	0.00	5.26	84.05	31.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL			2062.62	97.50	7199.25	312.58	95.34	688.61	2318.22	102.40	133.50	229.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.3 ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

El análisis de precios unitarios se debe efectuar por cada partida del presupuesto.

El precio unitario por Partida se expresa de la siguiente forma:

$P.U. \text{ PARTIDA} = P.U. \text{ Mano de Obra} + P.U. \text{ Materiales} + P.U. \text{ Equipo} + \text{Subpartidas} + \text{Otros costos}$; considerándose lo siguiente por cada uno de estos componentes.

i. Mano de obra

Este ítem está compuesto por toda la incidencia del personal de obra sobre una partida determinada. Usualmente el costo de mano de Obra está definido por 2 factores: el primero se refiere al costo de un trabajador de Construcción Civil por hora o también llamado hora-hombre (HH) que indique el pago del trabajador con las aportaciones sociales legales; el otro factor es el rendimiento de una cuadrilla de Obreros para ejecutar determinado tipo de trabajos, es algo variable ya que muchas veces si está mal considerado por el analista se puede llevar al fracaso a un proyecto.

En un análisis de precios unitarios normal se considera la siguiente categoría de mano de obra:

Capataz
Operario
Oficial
Peón (Ayudante)

ii. Materiales

Se refiere a la incidencia del costo de los materiales puestos en obra, incluye flete y su IGV precios del mercado, para cada una de las partidas que conforman el presupuesto.

El tipo de material y calidad se obtiene de las especificaciones técnicas del proyecto y de los proveedores.

iii. Equipos , Maquinarias

Este ítem se debe de analizar considerando dos escenarios de:

Equipo propio:

El costo Hora-Maquina no es sino el costo de equipo por Hora, el cual se calcula a partir del tipo de maquinaria, potencia, antigüedad, el costo *c/f*, fletes, seguros y costos operativos.

El rendimiento de la maquinaria, que tienen que ver con diversos factores como antigüedad del equipo, capacidad, escenario de trabajo, etc.

Alquiler Equipo:

En el segundo escenario se debe de considerar el alquiler de equipos con cotizaciones de mercado con lo cual se tercerizan algunas partidas como excavación por ejemplo. La tarifa puede o no incluir el combustible y/o el operador.

Es importante ver si el equipo es propio la disponibilidad del mismo y si la cantidad de trabajo amerita adquirirlo o no.

Para la elaboración de los análisis de precios unitarios se debe conocer la proporción de los materiales a utilizar en cada partida, la incidencia de la mano de obra así como la incidencia de equipos a usar o alquilar, por lo general la experiencia permitirá definir más adecuadamente esta proporción de acuerdo a cada tipo de obra y la eficiencia que cada uno imponga en su obra.

iv. Subpartidas

Se incluyen los subcontratos de obra a todo costo o mano de obra.

A continuación se presenta a título ilustrativo el análisis de precios unitarios de 3 partidas:

- Encofrado metálico de placas.
- Solaqueo de placas y columnas.
- Colocación de bloque de ladrillo sílico calcáreo P-07, P-10, P-12.

Cuadro N° 3.6 Análisis de precios unitarios encofrado metálico de placas.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	0103012	EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN BANCO					
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS				Fecha	25/07/2012
Partida	01.05.05.02	PLACAS , ENCOFRADO Y DEENCOFRADO METALICO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000		Costo unitario directo por : m2		44.24
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales							
0201020013	GRASA FOMOSA	kg		0.0166	9.00	0.15	
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.4300	3.41	1.47	
02041200040002	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 2"	kg		0.0100	3.41	0.03	
02041200040004	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg		0.0200	3.41	0.07	
02041200040005	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 4"	kg		0.0200	3.41	0.07	
02080100020025	TUBO 1/2" PVC C - 10 c/r X 5M (Encofrado)	und		0.2000	5.00	1.00	
0219010012	SEPARADORES DE CONCRETO	und		1.6000	0.20	0.32	
02221400010006	DESMOLDANTE PARA ENCOFRADO METALICO Z CRON X55	gal		0.0300	13.64	0.41	
02380100020007	VIRUTEX #8	bol		0.0033	9.00	0.03	
0293010001	TENSOR PARA ENCOFRADO METALICO	und		0.0700	1.40	0.10	
0293010002	FUNDA PLASTICA X 150 M PARA TENSOR	rl		0.0011	100.00	0.11	
						3.76	
Subcontratos							
0405020004	SC M.O ENCOFRADO METALICO PLACAS	m2		1.0000	24.00	24.00	
0424030006	SC ALQUILER ENCOFRADO METALICO	m2		1.0000	14.00	14.00	
04240400010004	SC ALQUILER DE MADERA ENCOFRADO PLACAS	p2		0.5500	4.50	2.48	
						40.48	

Cuadro N° 3.7 Análisis de precios unitarios solaqueo de placas, columnas y vigas.

							Página :	1
Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0103012	EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN BANCO					Fecha	25/07/2012
Subpresupuesto	002	ARQUITECTURA						
Parída	01.01.06.06	SOLAQUEO DE PLACAS Y COLUMNAS EN ESTACIONAMIENTO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000				Costo unitario directo por : m2	14.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0120	26.31	0.32		
02130100010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	bol		0.0200	22.71	0.45		
0213020002	CAL HIDRATADA	kg		0.7000	1.14	0.80		
Subcontratos								
0408010005	SC M.O SOLAQUEO DE PLACAS Y COLUMNAS	m2		1.0000	13.00	13.00		
13.00								
Parída	01.01.06.07	SOLAQUEO DE VIGAS EN ESTACIONAMIENTO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 70.0000	EQ. 70.0000				Costo unitario directo por : m2	14.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
02070200010001	ARENA FINA	m3		0.0120	26.31	0.32		
02130100010007	CEMENTO PORTLAND TIPO I ANDINO	bol		0.0200	22.71	0.45		
0213020002	CAL HIDRATADA	kg		0.7000	1.14	0.80		
Subcontratos								
0408010006	SC M.O SOLAQUEO DE VIGAS	m2		1.0000	13.00	13.00		
13.00								

Cuadro N° 3.8 Análisis de precios unitarios colocación de bloque de ladrillo sílico calcáreo P-07, P-10, P-12.

							Página :	1
Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0103012	EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN BANCO					Fecha	25/07/2012
Subpresupuesto	002	ARQUITECTURA						
Parída	01.01.02.01	BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 07						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				Costo unitario directo por : m2	64.01
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
0204030005	ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2	kg		1.4007	2.15	3.01		
3.01								
Subcontratos								
0407010044	SC COLOCACION BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 07 A TODO COSTO	m2		1.0000	61.00	61.00		
61.00								
Parída	01.01.02.02	BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 10						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				Costo unitario directo por : m2	72.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
0204030005	ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2	kg		1.9580	2.15	4.21		
4.21								
Subcontratos								
0407010005	SC COLOCACION BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 10 A TODO COSTO	m2		1.0000	68.00	68.00		
68.00								
Parída	01.01.02.03	BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 12						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000				Costo unitario directo por : m2	80.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
0204030005	ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2	kg		2.5200	2.15	5.42		
5.42								
Subcontratos								
0407010009	SC COLOCACION BLOQUE DE LADRILLO SILICO CALCAREO P - 12 A TODO COSTO	m2		1.0000	75.00	75.00		
75.00								

3.4 ORGANIGRAMA DE OBRA

El organigrama de obra muestra la distribución principal del personal que estará a cargo del proyecto; a continuación se muestra el organigrama de a partir del Ing. Residente que depende del Gerente General de la Empresa. Se distingue en la Fig. 3.4 la Jefatura de Oficina Técnica y la Jefatura de Campo con personal de obra que tiene tres frentes, uno en cada bloque.

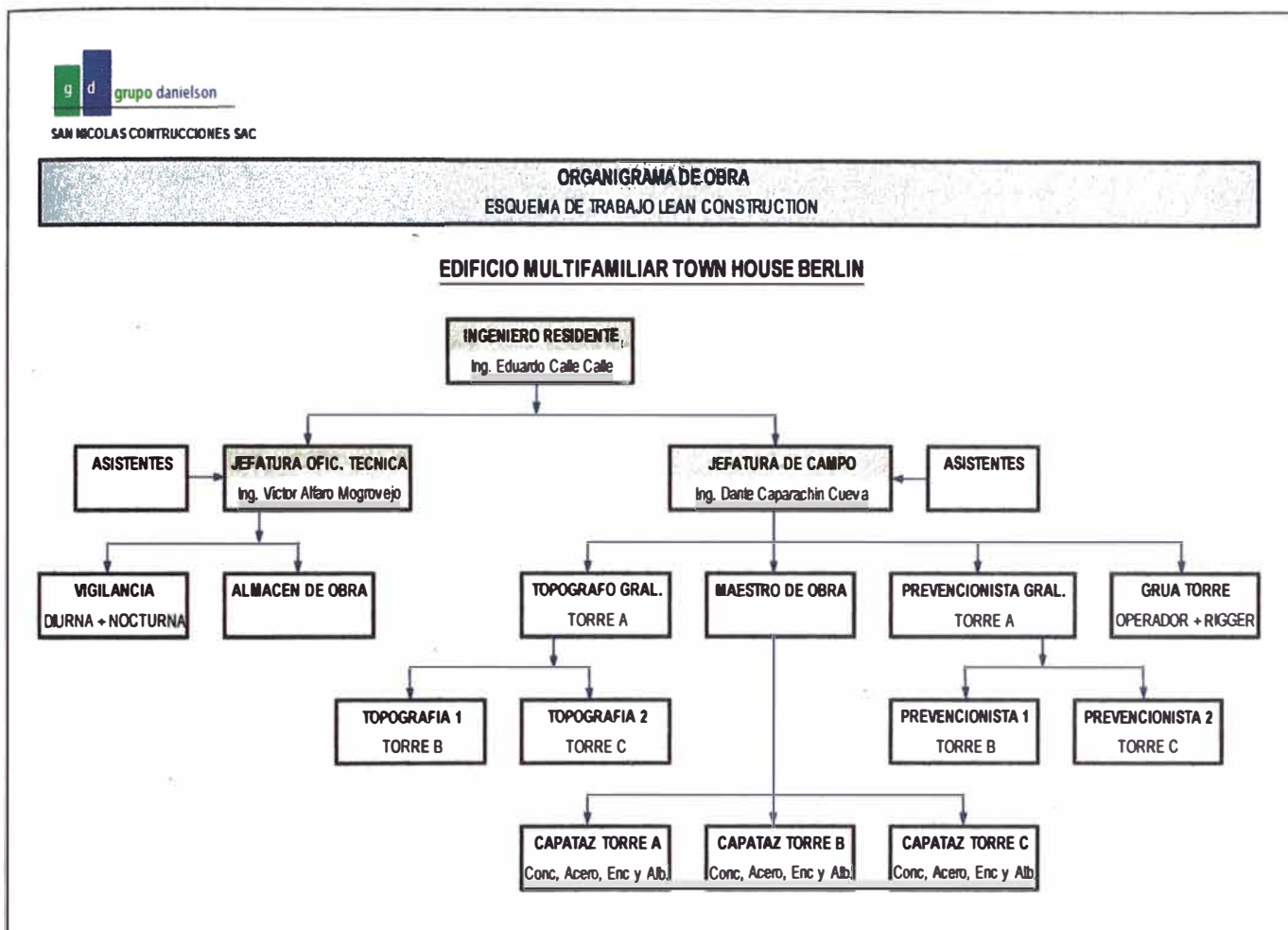


Figura N° 3.4 Organigrama de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín.

3.5 PRESUPUESTO DE OBRA

Podría ser definido como el costo probable en la construcción de un proyecto, ya que a medida que el proyecto avanza pueden modificarse la cantidad y tipo de gastos.

Es de vital importancia al momento de preparar un presupuesto revisar el expediente técnico, es decir realizar un estudio minucioso del proyecto a presupuestar, considerando los criterios de constructabilidad.

Visitar el lugar donde se llevara a cabo el proyecto, ver temas relacionados con la accesibilidad, problemas con territorios vecinos, etc.

El presupuesto consta del Costo Directo, Gastos Generales de Obra. Utilidad, e Impuestos.

En el presupuesto, como es conocido, incluye la descripción de la tarea, el metrado, las unidades en cada una de las partidas, los precios unitarios. Al tener la descripción de cada una de las tareas, los metrados y los precios unitarios se logra tener un precio parcial por cada una de las partidas antes referida, luego sumando los precios parciales se logran obtener el monto total.

La utilidad es un monto de dinero que el contratista estima debería de ganar por la realización del proyecto.

La utilidad depende muchas veces de la rentabilidad percibida por los dueños, de la magnitud de la obra, y de la complejidad de la misma (a medida que el proyecto sea más grande se requerirá una mayor utilidad), del mercado, del tipo de cliente, etc.

El impuesto, todo servicio como es conocido en el país se encuentra gravado por el impuesto general a las ventas IGV (18%).

A continuación se muestra el resumen del presupuesto de la Obra Edificio Multifamiliar Berlín y el presupuesto detallado de Estructuras, en los anexos se mostraran el detallado de los presupuestos de Arquitectura, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas, Equipamiento, Gastos Generales y Servicios. Estos costos están referidos a Julio del 2012.

Cuadro N° 3.9 Presupuesto Consolidado de Obra.



RESUMEN : PRESUPUESTO OBRA EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

Presupuesto EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
Subpresupuesto TOTAL
Cliente SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
Lugar LIMA - LIMA - MIRAFLORES



Item	Descripción	Unid	Total B.	Total S.
01	ESTRUCTURAS	glb	3,865,724.61	1,468,764.00
02	ARQUITECTURA	glb	4,861,427.00	1,834,600.76
03	INSTALACIONES SANITARIAS	glb	346,584.24	130,786.51
04	INSTALACIONES ELECTRICAS	glb	656,323.81	247,669.36
05	EQUIPAMIENTO	glb	633,134.54	238,918.69
06	GASTOS GENERALES	glb	712,878.66	269,010.81
07	SERVICIOS	glb	33,700.00	12,746.98
COSTO DIRECTO			11,109,772.85	4,192,367.11
UTILIDADES 15%			1,666,465.93	628,855.07
SUBTOTAL			12,776,238.78	4,821,222.18
I.G.V. 18%			2,299,722.98	867,819.99
TOTAL PRESUPUESTO			15,075,961.76	5,689,042.17

El presupuesto detallado de estructuras se conforma de 5 rubros de primer orden como se muestra en el Cuadro N° 3.9

Cuadro N° 3.10 Presupuesto Total y detallado de Estructuras.

Presupuesto						Página	1
Presupuesto	0103012	EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN BANCO					
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS					
Ciudad		SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC			Costo al	25/07/2012	
Lugar		LIMA - LIMA - MIRAFLORES					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio SI.	Parcial SI.		
01	ESTRUCTURAS					3,885,724.81	
0101	OBRAS PRELIMINARES					71,959.87	
010101	DESMONTAJE PARA DEMOLICION	glb	100	4,032.00	4,032.00		
010102	PROTECCION Y LIMPIEZA DURANTE DEMOLICION	glb	100	5,615.49	5,615.49		
010103	DEMOLICION Y ELIMINACION DE EDIFICACION EXISTENTE	glb	100	21,694.92	21,694.92		
010104	DEMOLICION Y ELIMINACION DE CALZADURA EXISTENTE	glb	100	26,668.80	26,668.80		
010105	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	sem	3.00	13,982.22	3,998.66		
0102	OBRAS CONSTANTES					138,041.14	
010201	TRAZO Y NMELACION DURANTE LA OBRA	sem	55.00	13,603.00	72,381.65		
010202	TRANSPORTE VERTICAL CON ELEVADOR DE PLATAFORMA	mes	6.00	3,569.92	21,419.52		
010203	ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE DE OBRA	m3	992.15	44.59	44,239.97		
0103	MOVIMIENTO DE TIERRAS					255,321.79	
010301	EXCAVACION MASMA Y ELIMINACION CON EQUIPO	glb	100	18,163.57	18,163.57		
010302	EXCAVACION PARA CALZADURAS	m3	10.15	29.00	2,904.35		
010303	EXCAVACION MANUA LDE ZANJAS PARA CIMIENTOS	m3	346.55	29.00	10,049.95		
010304	EXCAVACION MANUAL Y RELLENO DE ZANJAS PARA MUROS	m3	472.87	29.00	13,707.43		
010305	REFINE DE CORTE VERTICAL	m2	1,061.32	2.50	2,653.30		
010306	CORTE SUPERFICIAL MANUAL DE TERRENO HASTA 0.20 M	m2	1,423.41	5.60	7,971.10		
010307	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	255.50	18.58	4,747.19		
010308	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	861.32	14.23	12,256.58		
010309	ELMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	861.32	20.00	17,226.40		
0103.10	NMELACION Y COM PACTACION CON EQUIPO	m2	1,085.96	2.00	2,171.92		
0104	CONCRETO SIM PLE					98,938.04	
010401	CALZADURA , CONCRETO MEZCLA 18 CEMENTO - HORMIGON +25% PIEDRA GRANDE	m3	10.15	137.09	13,729.56		
010402	CALZADURA , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	431.18	41.22	17,771.18		
010403	SOLADO PARA ZANJAS DE 2" , MEZCLA 12 CEMENTO -	m2	274.82	15.12	4,155.28		
010404	SUB ZAPATA , MEZCLA 12 +30% PIEDRA GRANDE	m3	15.30	130.46	1,996.04		
010405	FORJADO DE CORTE VERTICAL	m2	1,061.32	17.28	18,339.61		
010406	LOSA DE ESTACIONAMIENTO , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 210 kg/cm2 , h= 0.10 m , INCLUYE ACABADO	m2	1,085.96	37.80	41,049.29		
010407	LOSA DE ESTACIONAMIENTO , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m	212.84	5.27	1,121.67		
010408	LOSA DE ESTACIONAMIENTO , JUNTA DE DILATACION	m	426.05	182	775.41		
0105	CONCRETO ARMADO					3,301,463.77	
010501	ZAPATAS					166,229.62	
01050101	ZAPATAS , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 210 kg/cm2	m3	312.06	277.22	86,509.27		
01050102	ZAPATAS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	m2	456.32	38.94	17,769.10		
01050103	ZAPATAS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	14,474.59	4.28	61,951.25		
010502	VIGA DE CIMENTACION					27,237.93	
010502.01	VIGAS DE CIMENTACION , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 210	m3	28.24	274.97	7,765.15		
010502.02	VIGAS DE CIMENTACION , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	142.75	38.82	5,541.56		
010502.03	VIGA DE CIMENTACION , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200	kg	3,270.24	4.26	13,931.22		
010503	MUROS PANTALLA					436,608.38	
010503.01	MUROS PANTALLA , ANCLAJE POST-TENSADO	glb	100	172,124.00	172,124.00		
010503.02	MUROS PANTALLA , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 280	m3	346.27	309.97	107,333.31		
010503.03	MUROS PANTALLA , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,061.32	56.74	60,219.30		
010503.04	MUROS PANTALLA , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	25,615.87	3.78	96,831.77		

Cuadro N° 3.10 Presupuesto Total y detallado de Estructuras. (Continuación)

Presupuesto					
Presupuesto	103012	EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN BANCO			
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS			
Cliente	SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC			Costo al	25/07/2012
Lugar	LIMA - LIMA - MIRAFLORES				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
0105.04	M UROS				82,381.46
0105.04.01	M UROS , CONCRETO PREM EZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	100.72	283.72	28,576.28
0105.04.02	M UROS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO M ETALICO	m2	743.12	49.77	36,985.08
0105.04.03	M UROS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	5,256.28	3.20	16,820.10
0105.05	P LACAS				303,094.46
0105.05.01	PLACAS , CONCRETO PREM EZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	305.60	250.12	76,436.67
0105.05.02	PLACAS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO M ETALICO	m2	2,981.69	44.24	131,909.97
0105.05.03	PLACAS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	29,608.69	3.20	94,747.81
0105.06	COLUMNAS				416,868.39
0105.06.01	COLUM NAS , CONCRETO PREM EZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	264.35	251.50	66,484.03
0105.06.02	COLUM NAS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO M ETALICO	m2	2,321.00	43.51	100,986.71
0105.06.03	COLUM NAS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	77,558.64	3.20	248,117.65
0105.07	VIGAS				723,319.93
0105.07.01	VIGAS , CONCRETO PREM EZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	750.01	280.97	210,730.31
0105.07.02	VIGAS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO M ETALICO	m2	6,118.17	40.28	249,662.29
0105.07.03	VIGAS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	82,164.79	3.20	262,927.33
0105.08	LOSAS ALIGERADAS				866,968.63
0105.08.01	LOSA ALIGERADA , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	588.07	280.97	165,230.03
0105.08.02	ANCLAJE DE LOSAS EN M UROS PANTALLA , CONCRETO f'c=	gib	100	4,540.52	4,540.52
0105.08.03	LOSA ALIGERADA , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SISTEM A	m2	5,998.06	25.99	155,837.60
0105.08.04	LOSA ALIGERADA , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	47,979.97	3.20	153,535.90
0105.08.05	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 15 @ 50 CM	und	4,302.00	3.15	13,551.30
0105.08.06	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 20 @ 50 CM	und	35,072.00	3.60	126,259.20
0105.08.07	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 25 @ 50 CM	und	14,951.00	4.24	63,392.24
0105.08.08	SISTEM A DE VIGUETAS FIRTH , COLOCACION	gib	100	174,621.84	174,621.84
0105.09	LOSAS MACIZAS				231,166.67
0105.09.01	LOSA MACIZA , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	336.62	280.97	94,580.12
0105.09.02	LOSA MACIZA , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO M ETALICO	m2	1,555.05	52.79	82,091.09
0105.09.03	LOSA MACIZA , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	17,133.78	3.11	54,485.36
0105.10	ESCALERAS				42,582.30
0105.10.01	ESCALERAS , CONCRETO PREMEZCLADO f'c= 2'0 kg/cm2	m3	58.84	280.97	16,570.33
0105.10.02	ESCALERAS , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORM AL	m2	309.30	54.51	16,859.94
0105.10.03	ESCALERAS , ACERO CORRUGADO F'y= 4,200 kg/cm2	kg	3,047.51	3.20	9,752.03
0105.11	VARIOS				16,326.11
0105.12	JUNTA DE CONSTRUCCION CON TECKNOPORT e=0.10	m2	306.00	10.68	3,268.08
0105.13	JUNTA DE CONSTRUCCION CON TECKNOPORT e=0.075	m2	1,657.11	7.86	13,058.03
	COSTO DIRECTO				3,866,724.61
	UTILIDAD 15%				579,868.69
	SUBTOTAL				4,446,593.30
	IGV 18 %				800,204.99
	COSTO TOTAL				5,246,798.30

SON: CINCO MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL SETESCIENTOS OCHENTA Y OCHO Y 30/100 NUEVOS

3.6 PROGRAMACION DE OBRA

Al sector de la construcción siempre se le está exigiendo más para superar retos y debido los problemas que implican el desarrollo de sus actividades; como por ejemplo baja productividad, incumplimientos de plazos de entrega, generación de desperdicios, daños al medio ambiente, los accidentes que cada cierto tiempo se repiten, llegando a ser muchos de ellos fatales debido a las condiciones inseguras en que trabajan los obreros (que por necesidad tienen que trabajar inclusive en los lugares donde la seguridad es mínima o simplemente no existe), sobrecarga de trabajo por parte de los ingenieros de Obra; solo por mencionar algunas de ellas, pero muchos de estos problemas tienen un origen común, y esto es la falta de planificación de nuestras obras, o para ser más explícitos, la falta de cumplimiento de nuestra planificación de Obra. Usualmente se ejecuta en base a la planificación general (Diagrama de Gantt con el que se realizó el presupuesto de Obra) y las actividades de construcción se determinan en función a las contingencias del día a día de la obra.

Adicionalmente a esto se le suma la variabilidad en la contratación de la mano de obra y falta de experiencia.

En vista de esto se aprecia que podemos tener un mayor control de nuestros proyectos si se efectúa una adecuada planificación de las actividades, programando actividades para ser ejecutadas en un plazo no mayor a 7 días, y considerando todas las restricciones que podrían existir para llevarse a cabo cada una de las tareas.

En consecuencia se presenta necesidad de ver más allá el uso de los métodos de planificación tradicionales, los cuales sin duda han sido de gran ayuda durante muchas décadas, debido que en ellos está la esencia de la planificación como tal, por lo que no hay que olvidar estos fundamentos. Sin embargo, se tiene que recurrir al empleo de nuevos métodos de planificación que vayan acorde con el avance tecnológico y que puedan adaptarse fácilmente a los proyectos de construcción que cada vez son más cambiantes y en donde se tienen menores tiempos de ejecución.

A continuación se muestra la programación general de la obra agrupadas en especialidades, Cuadro N° 3.11.

3.6.1 Actual Proceso de Planificación

La primera tarea al realizar una programación será definir como se formará la estructura de obra, básicamente las cuadrillas de trabajo, una buena práctica sería aplicar TREN DE ACTIVIDADES, que es una herramienta para administrar actividades repetitivas y secuenciales.

Luego se debe de seguir 4 pasos que se detallan a continuación:

- Sectorizar el área de trabajo, con áreas o bloques similares (unidades de producción), la idea es que el personal realice siempre las mismas tareas y procuren volverse especialistas en dicha labor.
- Listar actividades necesarias.
- Secuenciar las actividades, llámese trazo, acero, encofrado, etc.
- Dimensionar los recursos necesarios.

3.6.2 Herramientas de Programación

A continuación se detallan las principales herramientas de programación en las cuales se basan las filosofías del Lean Construction.

- **LOOKAHEAD**
Es el programa de mediano plazo (horizonte de tiempo de 4 a 6 semanas usualmente) cuyas tareas provienen del Cronograma General con un mayor nivel de detalle.
- **ANÁLISIS DE RESTRICCIONES**
Es el ejercicio de identificar y proveer con adecuada anticipación de todo aquello que falta para poder ejecutar una tarea del lookahead.
- **PLAN SEMANAL**
Listado de las tareas sin restricciones que producción se compromete a ejecutar en la semana.
- **PPC (PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO)**
Índice que mide la efectividad y confiabilidad de la programación semanal.
División de tareas completadas al 100% entre las tareas programadas. Se contabiliza el cumplimiento al 100% de lo programado en la semana.
- **ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD**
Ejercicio a través del cual:
Se mide la calidad del sistema de programación.

Se identifican (y se trata de eliminar) las causas que no permiten alcanzar el 100 % del cumplimiento del plan semanal.

Se aprende sistemáticamente de las experiencias que se están obteniendo en la obra, con el fin de no cometer errores repetitivos.

A continuación se muestra un ejemplo de aplicación de la programación Lean aplicado al proyecto materia de estudio, en la cual se detallan las actividades a ejecutarse durante la semana de trabajo.

Cuadro N° 3.12 Programación Semanal de la Obra Edificio Multifamiliar Berlin.

ITEM		DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UND.	METRADO	SEMANA DEL 11 AL 17 DE FEBRERO					
					LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
TORRE A										
ELEMENTOS VERTICALES: COLUMNAS Y PLACAS										
01.00		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (SEGUNDO PISO - SECTOR A2)	M3					1	1	
01.02		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (TERCER PISO - SECTOR A1)	M3						1	1
ELEMENTOS HORIZONTALES: VIGAS Y LOSAS										
01.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (TECHO PRIMER PISO - SECTOR A2)	M2	4	4					
02.00		VACIADO DE LOSAS Y VIGAS (TECHO PRIMER PISO - SECTOR A2)	M3				2			
01.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (TECHO SEGUNDO PISO - SECTOR A1)	M2		4					4
01.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (TECHO SEGUNDO PISO - SECTOR A1)	M2		4	4	4			
02.00		VACIADO DE LOSAS Y VIGAS (TECHO SEGUNDO PISO - SECTOR A1)	M3				2			
TORRE B										
ELEMENTOS VERTICALES: COLUMNAS Y PLACAS										
02.00		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (QUINTO PISO - SECTOR B2)	M3	10.00	1	1				
03.00		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (SEXTO PISO - SECTOR B1)	M3	10.00			1	1	1	
ELEMENTOS HORIZONTALES: VIGAS Y LOSAS										
01.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS DEL 5º PISO SECTOR B1	M2	60.00	6		4			
02.00		VACIADO DE LOSAS Y VIGAS (QUINTO PISO - SECTOR B1)	M3	40.00			2			
03.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS DEL 5º PISO SECTOR B2	M2	60.00			1	1	1	
TORRE C										
ELEMENTOS VERTICALES: COLUMNAS Y PLACAS										
01.00		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (QUINTO PISO - SECTOR C1)	M3		1	1				
02.00		VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (QUINTO PISO - SECTOR C2)	M3					1	1	
ELEMENTOS HORIZONTALES: VIGAS Y LOSAS										
01.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (CUARTO PISO - SECTOR C2)	M2		4					
02.00		VACIADO DE LOSAS Y VIGAS (CUARTO PISO - SECTOR C2)	M3				2			
03.00		COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (QUINTO PISO - SECTOR C1)	M2							4
CANAleta EXTRACCION DE HUMOS										
CANAleta DE HUMOS										
01.00		VACIADO DE TRAMOS DE PISOS Y/O MUROS	M3	2.00	5		5		5	

ORDEN DE PEDIDOS VIGUETAS Y BOVEDILLAS SECTORES A1 y A2 - SEGUNDO PISO 01.00 VIGUETAS sábado, 16 de febrero de 2013 02.00 BOVEDILLAS lunes, 18 de febrero de 2013 VIGUETAS Y BOVEDILLAS SECTORES B1 y B2 - QUINTO PISO 01.00 VIGUETAS martes, 19 de febrero de 2013 02.00 BOVEDILLAS miércoles, 20 de febrero de 2013 VIGUETAS Y BOVEDILLAS SECTOR C1 y C2 - QUINTO PISO 01.00 VIGUETAS miércoles, 20 de febrero de 2013 02.00 BOVEDILLAS jueves, 21 de febrero de 2013	} } } } }	→ CONTRATISTA: RUBER VENTURA → CONTRATISTA: JOLIB MONTENEGRO → CONTRATISTA: RUBER VENTURA	LEYENDA DE VACIADOS DE CONCRETO 1 VACIADO DE VERTICALES (PLACAS Y COLUMNAS) 2 VACIADO DE HORIZONTALES (LOSAS) 3 VACIADO MASIVO (CISTERNA) 4 COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS 5 ENCOFRADO Y/O HABILITADO E ACERO
---	-----------------------	--	--

CAPÍTULO IV: SECTORIZACIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN OBRAS CON GRÚA TORRE.

4.1 PARAMETROS DE JUSTIFICACIÓN DEL USO DE LA GRÚA TORRE

Dentro del proceso de planificación y ejecución de un proyecto de edificaciones se puede determinar que una de las variables que más incidencia tiene en la baja productividad que hay en la actualidad son los procesos de la cadena de producción que no son todavía eficientes. Esto en gran medida debido a que existen un gran porcentaje de trabajos que no aportan valor y generan pérdida de tiempo valioso de horas hombre. Estos tiempos, más conocidos como los trabajos no contributivos (TNC) están compuestos en gran medida por el tiempo que se da por las esperas por abastecimiento de materiales, el acarreo de los materiales desde el almacén en cancha hasta las zonas de trabajo. Por consiguiente una manera eficiente de disminuir estos tiempos y aumentar la productividad es la de idear una herramienta tecnológica que permita resolver este tema logístico para el desplazamiento de grandes cantidades de materiales en forma segura, rápida y eficiente desde un punto central hasta todos los confines de la obra.

Por tal motivo dentro del esquema de implementación de la filosofía del **Lean Construction** se busca mejorar estos niveles de productividad adoptando un cambio de estándar de trabajo que permita adoptar un esquema de producción que minimice las pérdidas y aumente la productividad. Y esta decisión está dada por cambiar el esquema de trabajo tradicional por un moderno donde se priorice el uso de equipos y herramientas industrializadas. En este sentido cambiar los patrones de trabajo de acarreo de materiales de construcción de la forma actual como se realizan en forma manual o con el uso de winches a uno donde se utilicen equipos mecanizados como la grúa torre donde se pueda disminuir los tiempos muertos y que el personal dedique el mayor porcentaje de su tiempo a producir actividades que generan valor. Por tal motivo la decisión de la toma del uso de esta herramienta debe estar avalada por una serie de criterios técnicos que justifiquen este uso. El costo de utilización de una grúa torre puede considerarse elevado (S/. 147,885.73 para el proyecto en estudio), para justificar la utilización de este recurso, se debe planificar de modo que sea ocupado en su capacidad máxima.

4.1.1 OPTIMIZACION DE PROCESOS

El esquema de producción objetivo de la filosofía del Lean Construction busca generar una cadena de producción donde se busca tener un flujo ininterrumpido de procesos o actividades productivas que conforman el proyecto. Este flujo debe ser continuo y cuyo objetivo final es de obtener una eficiencia en todos los procesos de la cadena productiva de la obra.



Figura Nº 4.1 Esquema del flujo de Producción.

Esta mejora en los procesos se logra con una disminución de las pérdidas y un aumento de la productividad, para tal efecto se analizará los estudios desarrollados para tal efecto.

4.1.1.1 Ejemplo de estadísticas de trabajo sobre productividad en Obras de Edificación

En nuestro país así como en otros países se han realizado varios estudios de investigación que han servido para identificar las principales causas que no permiten mejorar los niveles de productividad en la ejecución de los proyectos de construcción. Analizaremos estos estudios a continuación:

a.- Estudio realizado por Virgilio Ghio

Según el estudio realizado en el año 2000 por el Ing. Virgilio Ghio, se encontraron los siguientes resultados referidos a los niveles de productividad en obras de edificaciones determinando el siguiente cuadro:

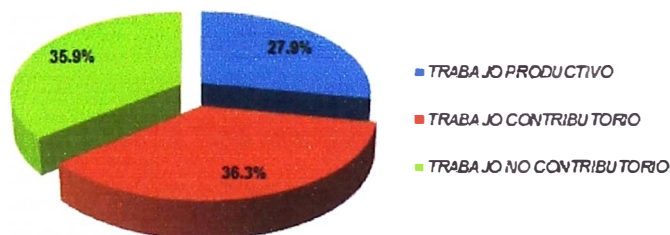
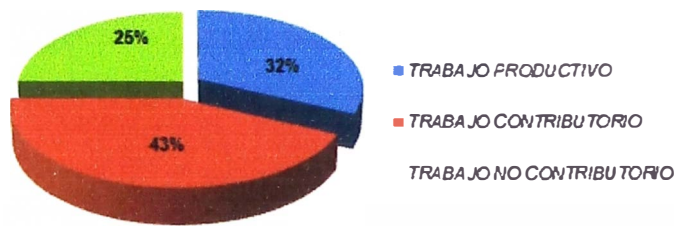


Figura Nº 4.2 Productividad en Obras en Lima – 2001.

b.- Tesis PUCP (Nayda Morales Galiano Y John Galeas Peñaloza, 2009)

Según el estudio realizado en la tesis desarrollada por los Ing. Nayda Morales Galiano y John Galeas Peñaloza de la PUCP para determinar el Nivel Promedio de Productividad de la mano de obra en proyectos de edificaciones destinadas para vivienda. Para tal efecto se realizaron un análisis de 26 obras diversas efectuadas en Lima Metropolitana, dando como resultado el siguiente diagrama:

Cuadro N° 4.1 Productividad en Obras en Lima (Tesis PUCP 2009)



ACTIVIDAD		PROMEDIO	
TP	P	TRABAJO PRODUCTIVO	22.40%
	HM	HABILITACION DE MATERIAL	9.10%
TC	T	TRANSPORTE DE TODO	18.80%
	L	LIMPIEZA DE TODO	4.20%
	I	DAR Y RECIBIR INSTRUCCIONES	6.00%
	M	MEDICIONES	5.80%
	O	OTROS	8.20%
TNC	V	VIAJES	12.90%
	E	ESPERAS	7.60%
	TO	TIEMPO OCIOSO	2.60%
	TR	TRABAJO RENECHO	0.70%
	OT	OTROS	1.70%

De este análisis efectuado se puede deducir que el trabajo no contributivo (TNC) que es el que no aporta valor a la cadena de la producción representa un gran porcentaje (43%) del total del trabajo que efectúa el personal obrero.

De este Cuadro N° 4.1 también podemos deducir que los trabajos de acarreo de materiales representaría un 31.70% mientras que los tiempos de espera representan un 10.20%. En estas consideraciones se hace necesario implementar un cambio de estándar de trabajo para disminuir dichos tiempos y aumentar los tiempos que agrega valor a la cadena productiva.

4.1.2 ACARREO DE MATERIALES EN OBRA

El acarreo consiste en el transporte de materiales de construcción desde los sitios de descarga de materiales (almacén de obra, frontis de la edificación, etc.) hasta los sitios de disposición final o construcción. Estos materiales de construcción son en lo general elementos fabricados industrialmente como son: el cemento, los ladrillos, las varillas de acero, viguetas pretensadas, etc. Así mismo se incluye en esta relación a aquellos materiales de construcción como son los que provienen de la explotación de canteras tales como son los agregados finos y gruesos.



Figura N° 4.3 Trabajos de acarreo de materiales con una cuadrilla numerosa de trabajadores.

4.2 CAMBIO DE ESTANDAR

Programación

Para el presente informe la ejecución del Proyecto del Edificio Berlin la empresa constructora decidió adoptar un cambio de estándar de trabajo de obra cuyo objetivo principal era de pasar de un esquema tradicional de construcción de edificaciones con el uso de una gran cantidad de horas hombres dedicados a realizar trabajos no estandarizados como: acarreo de materiales (acero, viguetas, bovedillas, etc.), vaciados de concreto mezclado en obra las que se realizaban con el uso de la fuerza propia del hombre y de maquinaria primaria (winche eléctrico, trompo, etc.) a innovar con un esquema moderno, estandarizado y mecanizado optimizando la mano de obra, que buscaba disminuir las perdidas, la eficiencia en los procesos constructivos y la disminución de los riesgos de accidentes laborales. Esto se lograba con la aplicación del Lean Construction.

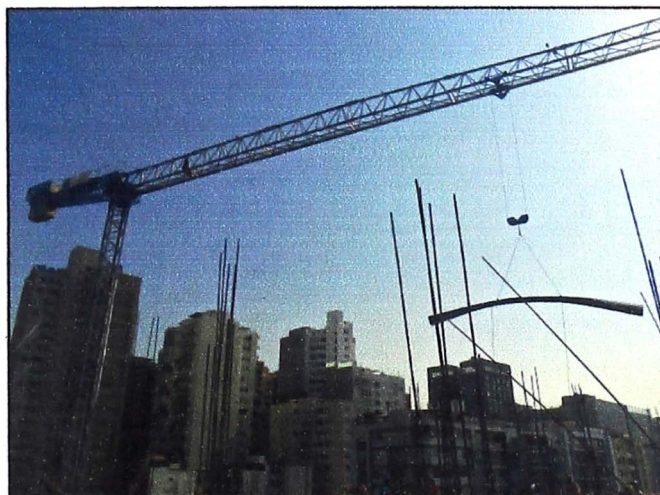


Figura Nº 4.4 Esquema de cambio de estándar.

4.3 METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE UNA GRÚA TORRE

A continuación se detallan los tres principales aspectos a considerarse para la metodología de selección de una grúa torre.

4.3.1 GEOMETRIA DEL PROYECTO

Analizaremos la implicancia de la geometría del proyecto para determinar la viabilidad del uso de la grúa torre.

- **Dimensiones del terreno de la obra**

En el caso de la geometría de la obra las dimensiones del área del trabajo y la altura de la edificación son factores a analizar.

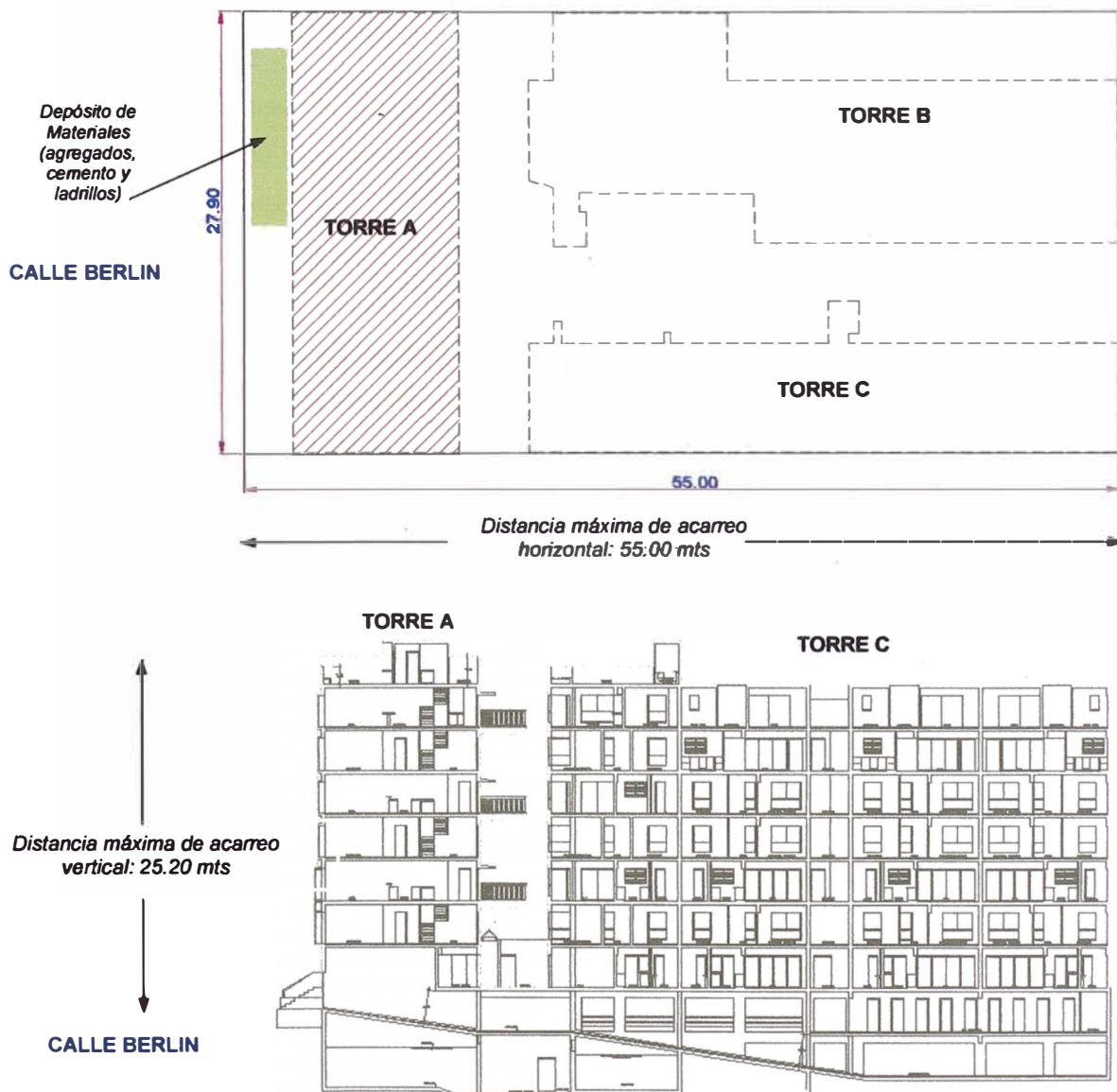


Figura N° 4.5 Emplazamiento y dimensiones del terreno del proyecto Berlin.

Las distancias de acarreo óptimas en forma manual se dan para las siguientes distancias:

- Acarreo horizontal: 20.00 mts.
- Acarreo vertical: 3.00 mts.

Distancias mayores de acarreo horizontal y vertical harán que se disminuya la velocidad de los trabajos y además originaria a mediano plazo deterioro de la salud de trabajador. El trabajador de construcción en la actualidad realiza diversas actividades entre las que se incluyen levantar cargas pesadas y realizar trabajos repetitivos, por lo que están expuestos a sufrir lesiones graves. El esfuerzo físico extremo que requiere este tipo de trabajo es una razón por la cual lesiones como los esguinces, las distensiones y los trastornos musculo esqueléticos relacionados al trabajo son tan prevalentes y además son las lesiones que más comúnmente causan ausentismo laboral.

Estas implicancias de dañan la salud del trabajador se ven agravadas cuando se realizan trabajos de acarreo vertical como son lo que suceden con elementos prefabricados (viguetas), varillas de acero o encofrado metálico donde al no tener una herramienta mecanizada se hace necesario tener una cuadrilla numerosa que acarreará dichos materiales desde la zona de descarga, que generalmente es el frontis de la edificación, hasta la zona final de trabajo que puede estar ubicado cerca o en su defecto en el punto más extremo de la obra, pudiendo ocasionar accidente de trabajo debido por las caídas de altura, el peso excesivo de dichos materiales y los tropiezos o daños que se pudieran generar por el cansancio.

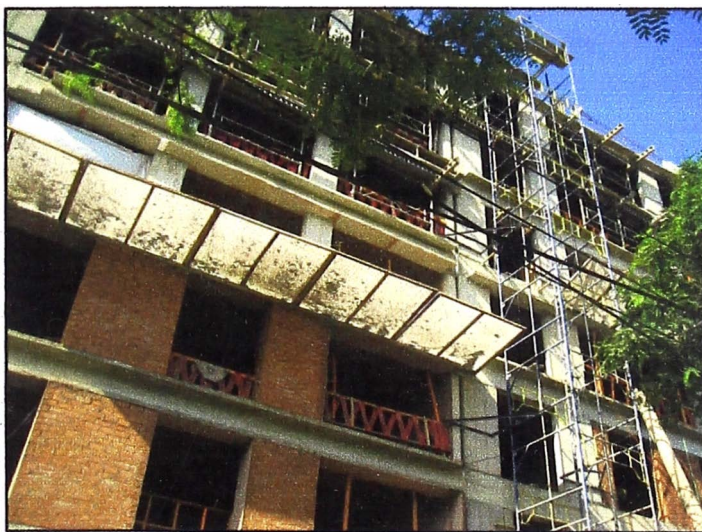


Figura N° 4.6 Elevador de carga instalado en el frontis de una obra.

Para el acarreo vertical se podría implementar el uso de winches que podrían aumentar la altura de acarreo vertical, pero también tiene sus desventajas ya que el volumen o peso que pueden cargar en cada viaje está limitado a un máximo de 350kg además de que su velocidad es de 0.80 m/s, haciendo que si su uso es para edificios mayores de 5 pisos el tiempo de espera (tiempo muerto) sea mayor y dichas equipos no se den abasto para cumplir con todos los frentes de trabajo.

Por consiguiente siguiendo los parámetros adoptados por el Departamento de Salud y Servicios Humanos del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de los EE.UU. se ha visto conveniente adoptar que una distancia horizontal máxima de acarreo sería la de 20.00 mts. En caso el proyecto tenga un lado que supere dichas dimensiones sería conveniente implementar un sistema mecanizado para el acarreo horizontal.

De igual modo y siguiendo la misma premisa cuando una edificación supere los 5 niveles sobre el nivel del piso es conveniente utilizar un sistema de acarreo vertical diferente al que puede proporcionar un winche.

4.3.2 FRENTES DE TRABAJO Y SECTORIZACION

Otro de los factores que inciden para la determinación del uso de la grúa torre como herramienta fundamental de trabajo en el esquema de la filosofía del Lean Construction es lo relacionado a la forma como se piensa ejecutar la obra. Para tal efecto los ingenieros civiles planifican el proceso constructivo mediante la sectorización de la edificación y el uso de herramientas tales como los trenes de actividades.

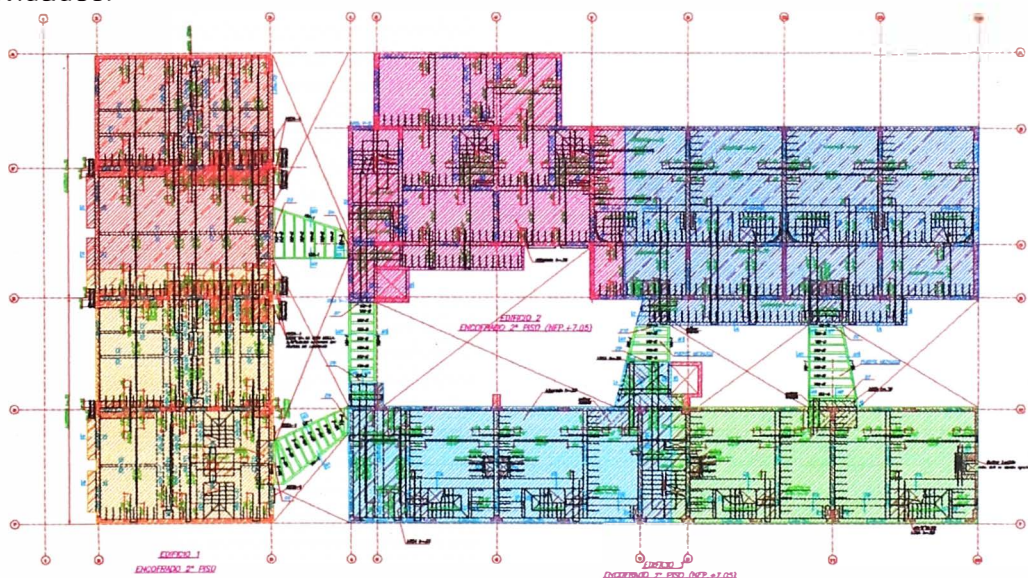


Figura Nº 4.7 Sectorización del proyecto Berlin a nivel de estructuras.

En el grafico anterior se pudo ver como se ha esquematizado la sectorización de la obra, ya que al tener el proyecto tres torres de 7 niveles se vio conveniente de tener 2 sectores en cada torre que permitan tener un flujo de trabajo continuo en todos los frentes. Eso implicaba que al momento de construir la estructura ser eficiente en los siguientes aspectos:

- Volumen de trabajo equivalentes
- Máxima rotación de los encofrados
- Vaciados de concreto en forma diaria

A continuación se tiene que identificar las variables que involucran un alto uso de la mano de obra y las actividades que permitan lograr el objetivo de la programación realizada en función a la sectorización de la obra.

En este sentido del presupuesto de obra se han identificado las siguientes partidas y/o subcontratos que permitirán evaluar la factibilidad para la implementación de una grúa torre para efectuar los trabajos de acarreo de materiales y vaciados de concreto.

Cuadro N° 4.2 Partidas involucradas para el análisis de viabilidad de la grúa torre.

ITEM	SUBCONTRATO	UND	METRADO
01.00.00	SUBCONTRATO HABILITACION E INSTALACION DE ACERO		
01.01.00	ACERO CORRUGADO FY = 4200 KG/CM2	KG	306,111.34
02.00.00	SUBCONTRATO ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		
02.01.00	ENCOFRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	M2	21,764.77
03.00.00	SUBCONTRATO VACIADO DE CONCRETO		
03.01.00	ELEMENTOS VERTICALES		
03.01.01	COLUMNAS	M3	265.90
03.01.02	PLACAS	M3	305.60
04.00.00	SUBCONTRATO VIGUETAS Y BOVEDILLAS		
04.01.00	BOVEDILLAS FIRTH		
04.01.01	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 15 @ 50 CM	UND	4,302.00
04.01.02	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 20 @ 50 CM	UND	35,072.00
04.01.03	LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 25 @ 50 CM	UND	14,951.00
04.02.00	VIGUETAS FIRTH		
04.02.01	SISTEMA DE VIGUETAS FIRTH , COLOCACION	ML	12,730.20
06.00.00	ARQUITECTURA		
06.01.00	TABIQUES Y/O ALFEIZER CON PLACA P-10	M2	5,502.18
06.02.00	TABIQUES Y/O ALFEIZER CON PLACA P-12	M2	2,129.63
06.03.00	TABIQUES Y/O ALFEIZER CON PLACA P-14	M2	2,700.26

Como ya se había mencionado líneas arriba sería necesario adoptar un cambio de estándar de trabajo, y esto se lograría mediante el uso de una nueva herramienta de trabajo que permitiría logra lo siguiente:

- Efectuar en forma segura y rápida todo el acarreo de los materiales en obra a todos los frentes de trabajo.
- Efectuar la meta de los vaciados diarios de concreto tanto de elementos verticales como de horizontales.

Para tal fin se debe estimar el costo que involucran estas partidas y compararlos con el costo de alquiler de la grúa, para así poder determinar la viabilidad de dicho sistema.

a.- Estimación de los costos de bombeo de concreto de elementos verticales

En el caso del vaciado de elementos verticales como son las columnas, muros y placas generalmente se usa los equipos proporcionados por las empresa concreteras (Unicon, Mixercon, etc.) los cuales brindan el servicio de bombeo por la cantidad de metros cúbicos de concreto premezclado que se van a vaciar. Este precio varía de S/ 30.00 a S/. 32.00. Lo que se haría es el de determinar cuánto sería el costo total que se dejaría de pagar por el servicio de bombeo, para lo cual se tendría que revisar cada análisis de precio unitario de las partidas designadas para la estimación del costo de ahorro.

01.05.05.01 PLACAS , CONCRETO PREMEZCLADO $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$		Costo unitario directo por : m3			283.72		
m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Descripción Recurso							
Materiales							
GASOLINA 90 OCTANOS			gal		0.0200	14.20	0.28
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ PIEDRA 67 SLUMP			m3		1.0500	208.00	218.40
BOMBA PARA CONCRETO			m3		1.0500	32.00	33.60
CURADOR PARA CONCRETO			gal		0.1400	4.91	0.69
MADERA ANDAMIAJE			p2		0.5000	5.50	2.75
							255.72
Subcontratos							
SC M.O VACEADO PLACAS			m3		1.0000	28.00	28.00
							28.00

01.05.05.01 PLACAS , CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ²		Costo unitario directo por : m ³			250.12
m ³ /DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000			
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
GASOLINA 90 OCTANOS	gal		0.0200	14.20	0.28
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ² PIEDRA 67 SLUMP	m ³		1.0500	208.00	218.40
BOMBA PARA CONCRETO	m³		0.0000	32.00	0.00
CURADOR PARA CONCRETO	gal		0.1400	4.91	0.69
MADERA ANDAMIAJE	p2		0.5000	5.50	2.75
					222.12
Subcontratos					
SC M.O VACEADO PLACAS	m ³		1.0000	28.00	28.00
					28.00

Figura N° 4.8 Análisis del precio unitario de la partida de vaciado de concreto para placas (con y sin uso del servicio de bombeo)

b.- Estimación de los costos de acarreo

De igual manera en el caso del acarreo de materiales se puede identificar las partidas que involucran actividades de acarreo constantes de materiales en todos los frentes de la obra. Esto se da para la primera etapa que es la fase de estructuras donde se tendrán que acarrear los siguientes elementos:

- Varillas de acero
- Encofrado metálico y de madera
- Bovedillas de techo

Este acarreo también puede ser aplicado al traslado de material suelto como pueden ser elementos sólidos y sueltos, que son necesarios para los trabajos de albañilería como son los siguientes:

- Ladrillos King Kong y o de silico calcáreo
- Arena gruesa
- Arena fina
- Cemento embolsado

01.05.08.05 LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 15 @ 50 CM				Costo unitario directo por : und		3.46
und/DI#	MO. 800.0000	EQ. 800.0000				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales						
ARENA GRUESA	m3		0.0006	35.09	0.02	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) ATLAS	bol		0.0060	16.67	0.10	
BOVEDILLA 15 @ 50 CM	und		1.0000	2.31	2.31	
						2.43
Subcontratos						
SC M.O COLOCACION LADRILLO BOVEDILLA	und		1.0000	0.81	0.81	
FLETE LADRILLO BOVEDILLA	und		1.0000	0.22	0.22	
						1.03

01.05.08.05 LOSA ALIGERADA , LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 15 @ 50 CM				Costo unitario directo por : und		3.12
und/DI#	MO. 800.0000	EQ. 800.0000				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Materiales						
ARENA GRUESA	m3		0.0006	35.09	0.02	
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) ATLAS	bol		0.0060	16.67	0.10	
BOVEDILLA 15 @ 50 CM	und		1.0000	2.31	2.31	
						2.43
Subcontratos						
SC M.O COLOCACION LADRILLO BOVEDILLA	und		1.0000	0.47	0.47	
FLETE LADRILLO BOVEDILLA	und		1.0000	0.22	0.22	
						0.69

Figura N° 4.9 Análisis del precio unitario de la partida de la colocación de bovedillas de techo (con y sin acarreo interno)

c.- Estimación del costo total de ahorro de acarreo y vaciados

Ahora se deberá determinar el costo total del ahorro que se va a tener debido a que los trabajos de acarreo y de vaciados de concreto de elementos verticales van a ser ejecutados por la grúa torre.

Para tal efecto se ha elaborado el siguiente cuadro resumen donde se detallan las partidas elegidas donde se detallan en una columna los costos de los precios unitarios que incluyen los trabajos de acarreo y en otra columna los costos de las mismas partidas sin considerar los costos de acarreo.

Finalmente se puede determinar el costo promedio estimado que se puede obtener del ahorro por la modificación del esquema de trabajo a implementarse.

Cuadro Nº 4.3 Determinación del costo de ahorro de las partidas de acarreo y de vaciados de elementos verticales.

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL AHORRO POR REDUCCIÓN DE CUADRILLAS POR ACARREO DE MATERIALES Y VACIADOS CON BOMBA								
ITEM	PARTIDA DE ANÁLISIS	UND	P.U. PRESUPUESTO DE OBRA	P.U. PRESUPUESTO MODIFICADO	PRESUPUESTO DE OBRA (Inicial)	PRESUPUESTO MODIFICADO (Modificado)	AHORRO ESTIMADO (Para pagar la grúa)	% AHORRO ESTIMADO (Por uso grúa)
	ENCOFRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	M2	21,764.77					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	M2	18.50	17.50	402,648.25	380,883.48	21,764.77	
	(*) Precio Unitario promedio por metro cuadrado		(*)		402,648.25	380,883.48	21,764.77	5.41%
	ACERO CORRUGADO Fy= 4,200 kg/cm2	KG	308,111.34					
01.00	MATERIALES (ACERO Y ALAMBRE)	HH	4.17	4.17	1,276,491.96	1,276,491.96	0.00	
02.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	GLB	0.90	0.80	275,500.21	244,889.08	30,611.13	
					1,551,992.17	1,521,381.03	30,611.13	1.97%
	COLUMNAS, CONCRETO PREMEZCLADO Fc= 210 kg/cm2	M3	284.35					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	HH	28.00	28.00	7,401.89	7,401.89	0.00	
02.00	MATERIALES (CONCRETO PREMEZCLADO, BOMBA Y OTROS)	GLB	257.10	223.50	67,965.24	59,082.02	8,883.22	
					75,367.14	66,483.91	8,883.22	11.78%
	PLACAS, CONCRETO PREMEZCLADO Fc= 210 kg/cm2	M3	305.60					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	HH	28.00	28.00	8,556.80	8,556.80	0.00	
02.00	MATERIALES (CONCRETO PREMEZCLADO, BOMBA Y OTROS)	GLB	255.72	223.24	78,148.03	68,221.35	9,926.68	
					86,704.83	76,778.15	9,926.68	11.45%
	SISTEMA DE VIGUETAS FIRTH, COLOCACION	ML	12,730.20					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	HH	5.22	3.51	66,461.83	44,728.83	21,733.00	
02.00	MATERIALES (VIGUETAS V-101, V-102, V-103, V-104, V-105)	ML	130,193.44	130,193.44	130,193.44	130,193.44	0.00	
03.00	FLETE PARA TRASLADO DE VIGUETAS	ML	6,237.80	6,237.80	6,237.80	6,237.80	0.00	
					202,893.07	181,160.07	21,733.00	10.71%
	LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 15 @ 50 CM	UND	4,382.00					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	UND	0.81	0.47	3,484.62	2,016.35	1,468.27	
02.00	MATERIALES (ARENA, CEMENTO Y BOVEDILLAS)	M3	2.43	2.43	10,453.86	10,453.86	0.00	
03.00	FLETE PARA TRASLADO DE BOVEDILLAS	UND	0.22	0.22	948.44	946.44	0.00	
					14,884.92	13,416.65	1,468.27	9.86%
	LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 20 @ 50 CM	UND	35,072.00					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	UND	0.81	0.47	28,408.32	16,438.25	11,970.07	
02.00	MATERIALES (ARENA, CEMENTO Y BOVEDILLAS)	M3	2.88	2.88	101,044.40	101,044.40	0.00	
03.00	FLETE PARA TRASLADO DE BOVEDILLAS	UND	0.22	0.22	7,715.84	7,715.84	0.00	
					137,168.56	125,198.48	11,970.07	8.73%
	LADRILLO BOVEDILLA FIRTH 25 @ 50 CM	UND	14,951.00					
01.00	MANO DE OBRA (SUBCONTRATO)	UND	0.81	0.47	12,110.31	7,007.53	5,102.78	
02.00	MATERIALES (ARENA, CEMENTO Y BOVEDILLAS)	M3	3.52	3.52	52,643.31	52,643.31	0.00	
03.00	FLETE PARA TRASLADO DE BOVEDILLAS	UND	0.22	0.22	3,289.22	3,289.22	0.00	
					68,042.84	62,940.06	5,102.78	7.50%
	TABIQUES Y/O ALFEZER CON PLACA P-10	M2	6,502.18					
01.00	MANO DE OBRA + MATERIALES (SUBCONTRATO)	M2	68.00	68.00	374,148.57	374,148.57	0.00	
02.00	MATERIALES (ACERO)	M2	0.24	0.24	1,331.53	1,331.53	0.00	
03.00	ACARREO DE MATERIALES	M2	3.50	0.00	19,257.65	0.00	19,257.65	
					394,737.75	375,480.10	19,257.65	4.88%
	TABIQUES Y/O ALFEZER CON PLACA P-12	M2	2,129.83					
01.00	MANO DE OBRA + MATERIALES (SUBCONTRATO)	M2	75.00	75.00	159,722.36	159,722.36	0.00	
02.00	MATERIALES (ACERO)	M2	0.24	0.24	515.37	515.37	0.00	
03.00	ACARREO DE MATERIALES	M2	3.50	0.00	7,453.71	0.00	7,453.71	
					167,691.44	160,237.73	7,453.71	4.46%
	TABIQUES Y/O ALFEZER CON PLACA P-14	M2	2,700.26					
01.00	MANO DE OBRA + MATERIALES (SUBCONTRATO)	M2	82.00	82.00	221,421.69	221,421.69	0.00	
02.00	MATERIALES (ACERO)	KG	3.02	3.02	8,154.80	8,154.80	0.00	
03.00	ACARREO DE MATERIALES	M2	3.50	0.00	9,450.93	0.00	9,450.93	
					239,027.41	229,576.49	9,450.93	3.95%
					S/. 3,341,198.37	S/. 3,193,336.16	S/. 147,822.21	4.42%

Del cuadro anterior se puede deducir lo siguiente:

- El costo obtenido de **S/. 147,622.21** nuevos soles representa los ahorros que se van a obtener debido a que los trabajos de acarreo ya no van a ser ejecutados por los subcontratistas, además que el servicio de bombeo de concreto de verticales serna ejecutados mediante el uso de los baldes de concreto de la grúa torre (este accesorio viene incluido en las propuestas de alquiler)
- A este costo se le tendría que agregar además los ahorros debido a que se tendría porque aprovechando la grúa torre se podrían realizar trabajos de acarreo de cantidades enormes de agregados sueltos (arena fina y gruesa) que redundarían en una disminución de los tiempos de ejecución de los trabajos de albañilería.

c.- Estimación del costo de alquiler de la grúa torre

Ahora se sebera comparar este costo obtenido con los costos de alquiler de grúa. Para tal efecto se pidieron cotizaciones a dos empresas importantes con los cuales se harán un análisis comparativo de los aspectos técnicos y económicos de cada propuesta.

Cuadro N° 4.4 Cuadro resumen de evaluación económica y técnica de las propuestas de alquiler grúa torre.



**CUADRO RESUMEN DE EVALUACION ECONOMICA Y TECNICA
ALQUILER DE GRUA TORRE**

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

FECHA: 01 DE SETIEMBRE 2012

ASPECTOS DE EVALUACION	EMPRESA PROVEEDORA	
	GALIGRU	IBERGRUAS
EVALUACION ECONOMICA COSTO TOTAL DEL SERVICIO x 7 MESES (Inc. Alquiler Grúa, Operador, Montaje y Desmontaje)	S/. 147,885.73	S/. 149,070.00
EVALUACION TECNICA ALCANCE DE FLUMA ALTURA DE GRUA PROCEDENCIA EMPRESA TRANSNACIONAL AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL PERU ANTIGÜEDAD DE GRUA SERVICIO TECNICO CUENTA CON SEGURO DE RESPONSABILIDAD DISPONIBILIDAD DE EQUIPO PROCEDENCIA DE GRUA (FABRICACION) GASTOS ADICIONALES EN MONTAJE Y DESMONTAJE	54 mts 33 mts ESPAÑA 4 AÑOS < 10 AÑOS INCLUYE EN PROPUESTA MAFFRE 60 DIAS PORTUGAL PROPUESTA A TODO COSTO	50 mts 30 mts ESPAÑA 5 MESES NO ESPECIFICADO INCLUYE EN PROPUESTA NO INCLUYE 60 DIAS FRANCIA PROPUESTA INCLUYE ADICIONALES
CALIFICACION FINAL	OK	-

OBSERVACION FINAL

LA EMPRESA SELECCIONADA CUMPLE TODOS LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS PARA LA EJECUCION DE LA OBRA

LA OFERTA ECONOMICA DE LA EMPRESA SELECCIONADA ES LA MAS ECONOMICA DEL MERCADO

Cuadro Nº 4.5 Costos de alquiler y gastos fijos del proveedor 1 para el alquiler de grúa torre.



ANALISIS DE COSTO COMPARATIVO: PROVEEDOR Nº 01

EMPRESA: GALIGRU PERU SAC

RUC: 20521247194

MODELO DE GRUA: IRMAO TAVAREZ 2 IT54f

PROCEDENCIA: PORTUGAL



01.00 ALQUILER MENSUAL DE GRUA + OPERADOR + ACCESORIOS

ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	P.U. (S/.)	TOTAL (S/.)
1.00	Alquiler mensual de grúa torre hasta 54 m. de pluma, 31.50 m. de altura	7425	7425.00
2.00	Alquiler mensual de cubo de descarga inferior con canaleta de 500 Lt	420	840.00
1.00	Alquiler mensual de canastilla para carga de materiales hasta 1,500 Kg.	400	400.00
1.00	Alquiler mensual de personal manipulador.	4500	4500.00
1.00	Alquiler mensual de transformador convertidor de voltaje, 45 Kw.	1250	1250.00
1.00	Alquiler mensual de mando a distancia Joystick.	400	400.00
COSTO MENSUAL DEL SERVICIO DE ALQUILER DE GRUA + OPERADOR + ACCESORIOS			S/ 14,815.00

02.00 GASTOS FIJOS POR MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRUA TORRE

ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	P.U. (S/.)	TOTAL (S/.)
6.00	Transporte ida o regreso a obra en plataforma de 13 metros de caja	1750.00	10500.00
2.00	Montaje o desmontaje de grúa torre hasta 54 m. de pluma	6300.00	12600.00
2.00	Autogrúa de hasta 50 Tm. para auxiliar en el montaje/desmontaje	4389.70	8779.40
1.00	Certificado de montaje de grúa torre desmontable	600.00	600.00
7.00	Revisión mensual de grúa torre desmontable hasta 54 m. de pluma	800.00	5600.00
1.00	Venta de Tramo/Patas de empotrar de 1,15x1,15x1,50 m	6101.33	6101.33
COSTO FIJO X MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRUA			S/ 44,180.73

DATOS DEL ALQUILER DEL SERVICIO

MESES DE ALQUILER ESTIMADO 7.00

S/ 14,815.00

COSTO TOTAL DEL ALQUILER DE GRUA X 07 MESES

S/ 103,705.00

GASTOS FIJOS POR MONTAJE Y DESMONTAJE

S/ 44,180.73

COSTO TOTAL DE LA GRUA (INC. ALQUILER+OPERADOR+ACCESORIOS+MONTAJE Y DESMONTAJE)

S/ 147,885.73

COSTO MENSUAL ESTIMADO DEL SERVICIO

S/ 21,126.53

Cuadro N° 4.6 Costos de alquiler y gastos fijos del proveedor 2 para el alquiler de grúa torre.



SAN NICOLAS CONTRUCCIONES SAC

ANALISIS DE COSTO COMPARATIVO: PROVEEDOR N° 02

EMPRESA: IBERGRUAS SA

RUC: 20547154801

MODELO DE GRUA: POTAIN MC-85

PROCEDENCIA: FRANCIA



01.00 ALQUILER MENSUAL DE GRUA + OPERADOR + ACCESORIOS

ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	P.U. (S/.)	TOTAL (S/.)
1.00	Alquiler mensual de grúa torre hasta 54 m. de pluma, 31.50 m. de altura	10260.00	10,260.00
1.00	Alquiler mensual de cubo de descarga inferior con canaleta de 500 Lt	0.00	0.00
1.00	Alquiler mensual de canastilla para carga de materiales hasta 1,500 Kg.	0.00	0.00
1.00	Alquiler mensual de personal manipulador.	5000.00	5,000.00
1.00	Alquiler mensual de transformador convertidor de voltaje, 45 Kw.	0.00	0.00
1.00	Alquiler mensual de mando a distancia Joystick.	0.00	0.00
COSTO MENSUAL DEL SERVICIO DE ALQUILER DE GRUA + OPERADOR + ACCESORIOS			S/ 15,260.00

02.00 GASTOS FIJOS POR MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRUA TORRE

ITEM	DESCRIPCION DEL SERVICIO	P.U. (S/.)	TOTAL (S/.)
2.00	Grua auxiliar carga o descarga en Ibergruas	600.00	1,200.00
1.00	Transporte de patas y tramos de aplome	1350.00	1,350.00
2.00	Transporte ida o regreso a obra en plataforma de 13 metros de caja	5000.00	10,000.00
2.00	Montaje o desmontaje de grúa torre hasta 54 m. de pluma	5500.00	11,000.00
1.00	Certificado de montaje de grúa torre desmontable	2000.00	2,000.00
7.00	Revisión mensual de grúa torre desmontable hasta 54 m. de pluma	1100.00	7,700.00
1.00	Venta de Tramo/Patas de empotrar de 1,15x1,15x1,50 m	9000.00	9,000.00
COSTO FIJO X MONTAJE Y DESMONTAJE DE GRUA			S/ 42,250.00

DATOS DEL ALQUILER DEL SERVICIO

MESES DE ALQUILER ESTIMADO 7.00

	S/ 15,260.00
COSTO TOTAL DEL ALQUILER DE GRUA X 07 MESES	S/ 106,820.00
GASTOS FUJOS POR MONTAJE Y DESMONTAJE	S/ 42,250.00
COSTO TOTAL DE LA GRUA (INC. ALQUILER+OPERADOR+ACCESORIOS+MONTAJE Y DESMONTAJE)	S/ 149,070.00

COSTO MENSUAL ESTIMADO DEL SERVICIO S/ 21,295.71

c.- Toma de decisión de evaluación económica y técnica

Tal como se había mencionado para tomar la decisión de la viabilidad económica para el alquiler de la grúa torre esta deberá de ser sustentada mediante el ahorro que se lograría en el cambio de estándar de trabajo de un esquema tradicional a otro con una planificación basada en el sistema Lean.

Ahora se sebera comparar este costo obtenido con la propuesta elegida:

- Ahorros obtenidos (acarreo y vaciados): S/. 147,622.21
- Alquiler de grúa torre: S/. 147,885.73

De este comparativo podemos ver que la propuesta de alquiler de grúa torre es técnica y económicamente viable

4.3.3 DISMINUCIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE OBRA

Finalmente el tercer factor a tener en cuenta para la metodología de selección del alquiler de la grúa torre vendría a ser dado por la decisión de disminuir los tiempos de ejecución de obra. Actualmente la industria de la construcción en el Perú está caracterizada por un elevado tiempo de entrega de los proyectos, y esto es una de los aspectos que busca controlar con la filosofía Lean Construction. Del proyecto Berlín con la implementación de la grúa torre y la sectorización de edificaciones se tiene planeado disminuir el tiempo de ejecución de la estructura en un lapso de 5 semanas.

ANALISIS COMPARATIVO TIEMPO DE AHORRO POR USO DE GRUA EN OBRA A NIVEL DE ESTRUCTURAS

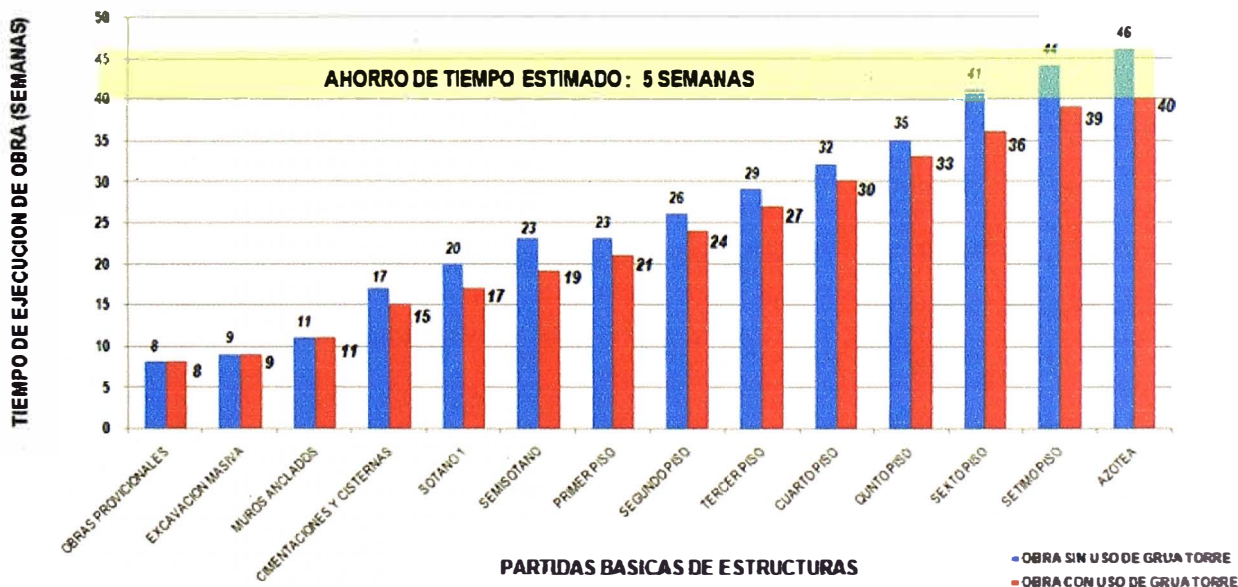
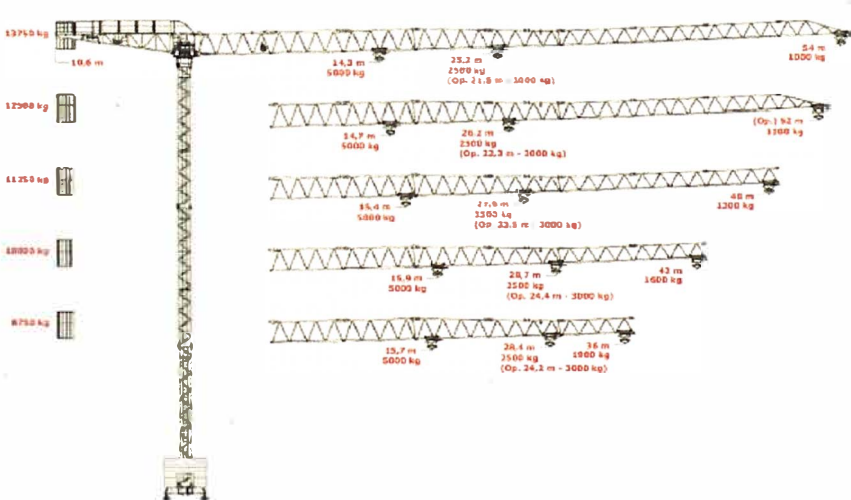
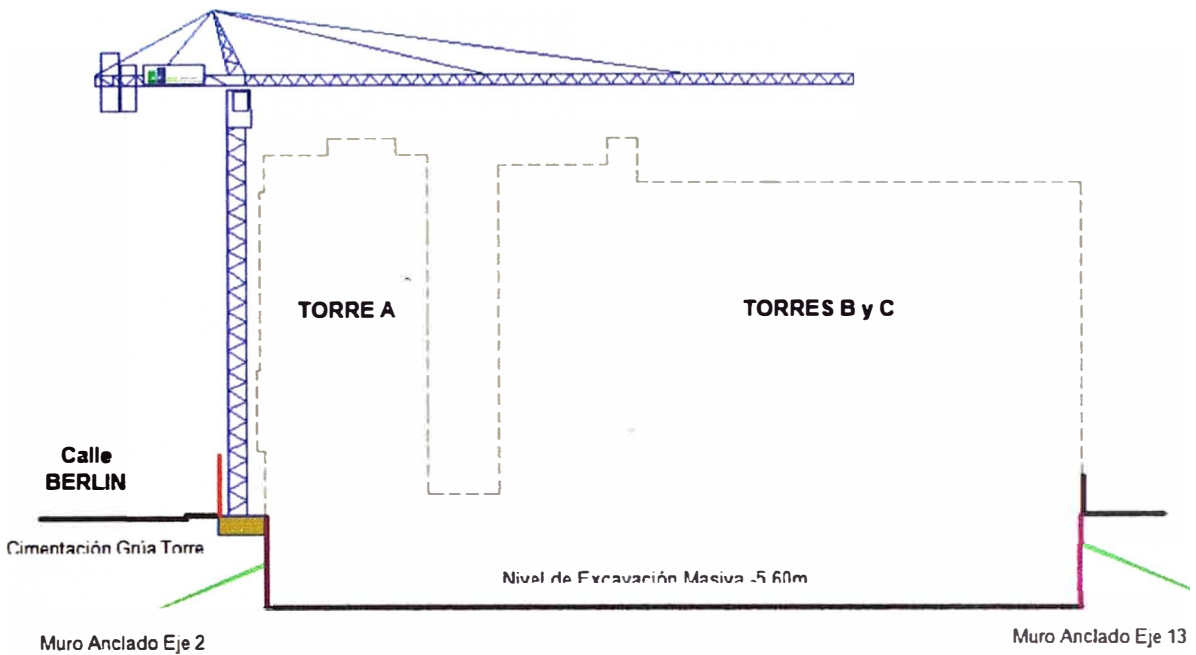


Figura Nº 4.10 Ahorro de tiempo estimado por la implementación de la grúa.

4.4 DETERMINACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO EFICIENTE DE LA GRÚA TORRE

Con la instalación de la grúa torre se apertura un nuevo frente de trabajo: el Frente Aéreo. Por tal motivo la elección del emplazamiento de la grúa se deberá buscar la máxima eficiencia con los procesos productivos de acarreo de materiales y vaciados de concreto. Para tal efecto se bosquejo de manera preliminar la posición más favorable para que luego al elegirse la propuesta de la empresa se verifiquen con que se cumplieran todos los requerimientos técnicos solicitados a cada proveedor.



DATOS TECNICOS
 Grúa Torre Galigrú IT54f
 Modelo: Flat Top
 Procedencia: España
 Altura sin arrioste: 30 mts.
 Largo Pluma: 54 m
 Capacidad Carga en punta: 1000 Kg
 Tiempo de Arrendamiento: 5 meses

Figura Nº 4.11 Esquema de ubicación más favorable para el uso de la grúa torre y características de grúa seleccionada.

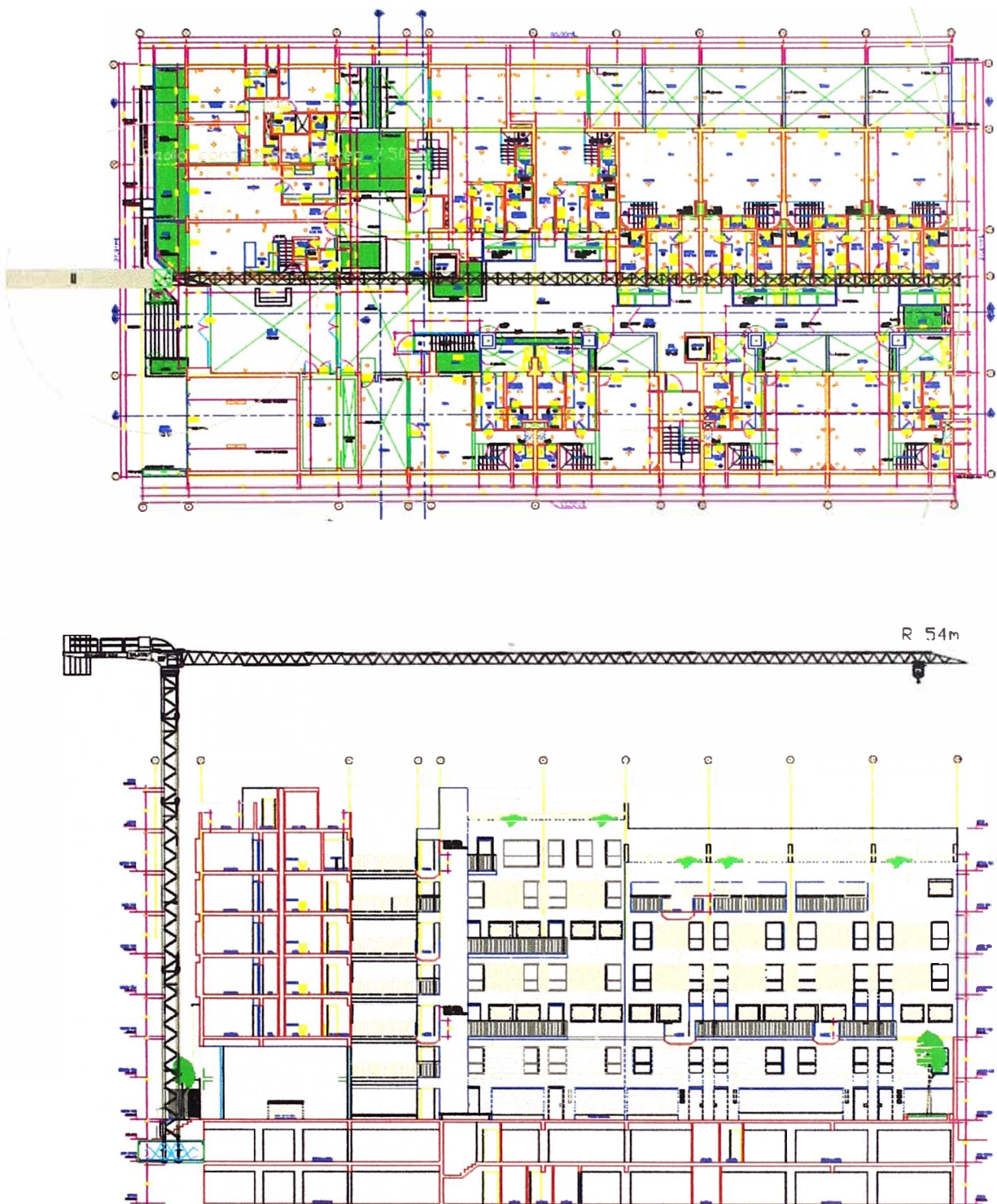


Figura N° 4.12 Esquema de ubicación final de la grúa torre seleccionada.
(Emplazamiento en planta y elevación).

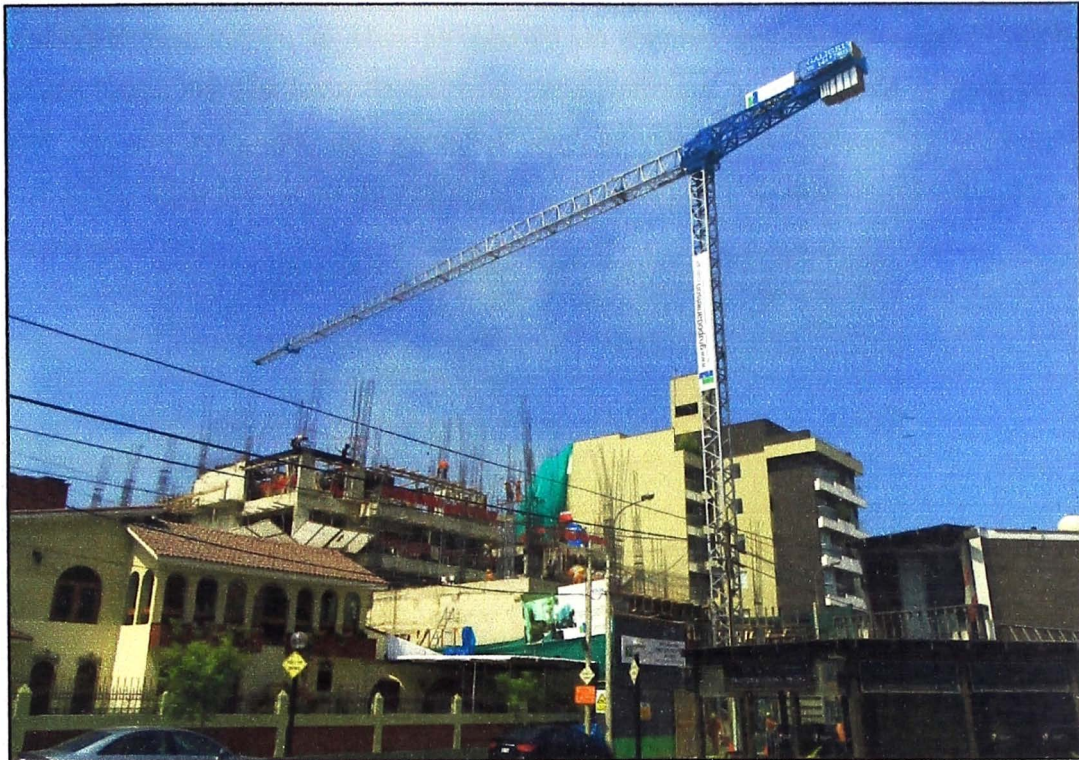


Figura Nº 4.13 Vista de la grúa torre instalada en el frontis de la obra.

4.5 MEJORAS EN LA PRODUCTIVIDAD

Con la sectorización de la obra se obtuvo un cambio importante debido a que se dinamizó todos los procesos de trabajos, esto debido a que con esta metodología se adoptó el esquema de los vaciados diarios (tanto de elementos verticales y horizontales) esto con el fin de mantener la producción y buscar la rotación de todos los equipos.



Figura N° 4.14 Vaciado de concreto en elementos verticales con el uso de la grúa torre.

Así mismo al realizar los vaciados con la grúa torre se generó ahorros debido a que ya no dependíamos de la disponibilidad de la empresa UNICON para abastecernos de concreto con el equipo de bombeo, disminuyendo así una de las variables que afectaban el avance diario.



Figura N° 4.15 Vaciado de concreto en elementos horizontales con el uso de la grúa torre.

De igual manera con la implementación de esta nueva filosofía de trabajo se disminuyó el uso de las cuadrillas de obreros dedicados a las labores de acarreo de materiales (acero, viguetas, bovedillas, etc.) lo cual genero ahorros y se dio mayor velocidad a los trabajos de encofrado y vaciados de losas debido a que se disminuyeron los tiempos muertos asociados a estas tareas.



Figura N° 4.16 Trabajos de acarreo de materiales con el uso de la grúa torre.

Otro de los logros obtenidos fue el de conseguir los vaciados simultáneos en diferentes frentes de trabajo.

Mientras que en una torre se vaciaban elementos verticales con la grúa torre, en la otra torre se estaban vaciando losas de techo con el uso del equipo de bombeo.

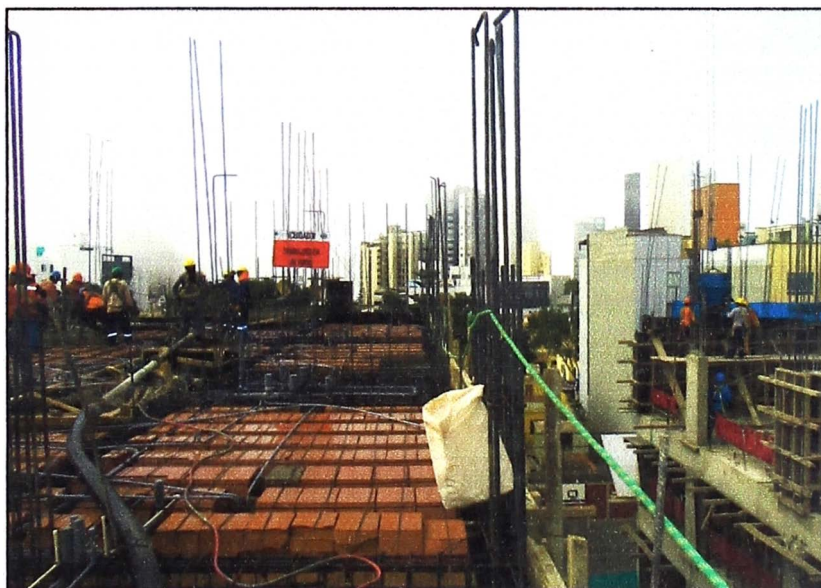


Figura N° 4.17 Trabajos de vaciado simultáneo de concreto de columnas y losas con el uso de la grúa torre y el equipo de bombeo.

4.6 PRODUCTIVIDAD DE OBRA: PLANIFICACIÓN LEAN

Se introdujo formatos de producción diaria de los trabajos en todos los frentes de de las tres torres componentes del proyecto, esto con el fin de tener una planificación acorde a la filosofía Lean donde se detalle los frentes de trabbbajo semanales y las metas diarias a lograrse.

PROYECTO: IMPLEMENTACION DE FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION
OBRA EDIFICIO TOWN HOUSES BERLIN - GRUPO DANIELSON



FORMATO DE PROGRAMACION SEMANAL SEMANA: DEL 02 AL 09 DE MARZO 2013

NOMBRE DEL PROYECTO	TOWN HOUSES BERLIN	EMPRESA CONSTRUCTORA	SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
FECHA	SABADO 02 DE MARZO 2013	ESPECIALIDAD	CONCRETO ARMADO : COLUMNAS, PLACAS, VIGAS Y LOSAS

ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UND.	METRADO	SEMANA DEL 11 AL 17 DE FEBRERO					
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
TORRE A									
ELEMENTOS VERTICALES: COLUMNAS Y PLACAS									
01.00	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (TERCER PISO - SECTOR A1)	M3	4.00	1	1				
02.00	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (SEGUNDO PISO - SECTOR A2)	M3	8.00	1					
03.00	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS (TERCER PISO - SECTOR A2)	M3	6.00				1	1	
ELEMENTOS HORIZONTALES: VIGAS Y LOSAS									
01.00	COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (TECHO SEGUNDO PISO - SECTOR A2)	M2	120.00	4	4	4			
02.00	VACIADO DE LOSAS Y VIGAS (TECHO SEGUNDO PISO - SECTOR A2)	M3	36.00				2		
03.00	COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS (TECHO TERCER PISO - SECTOR A1)	M2	120.00				4	4	4

ORDEN DE PEDIDOS

VIGUETAS Y BOVEDILLAS SECTORES A1 y A2 - SEGUNDO-TERCER PISO

01.00	VIGUETAS	lunes, 25 de febrero de 2013
02.00	BOVEDILLAS	martes, 26 de febrero de 2013

➔ CONTRATISTA: RUBER VENTURA

LEYENDA DE VACIADOS DE CONCRETO

- 1 VACIADO DE VERTICALES (PLACAS Y COLUMNAS)
- 2 VACIADO DE HORIZONTALES (LOSAS)
- 3 VACIADO MASIVO (CISTERNA)
- 4 COLOCACION DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS

PROYECTO: IMPLEMENTACION DE FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION
OBRA EDIFICIO TOWN HOUSES BERLIN - GRUPO DANIELSON



FORMATO DE PROGRAMACION DIARIA DE USO DE GRUA TORRE SEMANA: DEL 18 AL 23 DE FEBRERO 2013

NOMBRE DEL PROYECTO	TOWN HOUSES BERLIN	EMPRESA CONSTRUCTORA	SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
FECHA	MARTES 19 DE FEBRERO 2013	ESPECIALIDAD	ACARREO DE MATERIALES - CONCRETO ARMADO

HORARIO	TORRE	NIVEL / SECTOR	ACTIVIDAD PRINCIPAL	DETALLE DE ACTIVIDADES DE OBRA	VOLUMEN	SUBCONTRATISTA	RESPONSABLE
07:30 - 8:00	TORRE A	PISO 2 - A1	ACARREO DE MATERIALES	ACARREO DE BOVEDILLAS	100m2	VENTURA	ING. JAIME
8:00 - 9:00	-	-	-	-	-	-	-
9:00 - 9:30	-	-	-	-	-	-	-
9:30 - 10:00	-	-	-	-	-	-	-
10:00 - 10:30	TORRE B	PISO 4 - B1	ACARREO DE MATERIALES	ACARREO DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS	25m2	ITALO	ING. JOEL
10:30 - 11:00	-	-	-	-	-	-	-
11:00 - 11:30	TORRE B	PISO 4 - B2	VACIADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	4m2	ITALO	ING. JOEL
11:30 - 12:00	-	-	-	-	-	-	-
12:00 - 12:30	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO	REFRIGERIO
12:30 - 13:00	-	-	-	-	-	-	-
13:00 - 13:30	TORRE A	RAMPA VEHICUL	VACIADO DE CONCRETO PREMEZCLADO	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	10m2	VENTURA	ING. GUSTAVO
13:30 - 14:00	-	-	-	-	-	-	-
13:30 - 14:00	-	-	-	-	-	-	-
14:30 - 15:00	-	-	-	-	-	-	-
15:00 - 15:30	TORRE C	PISO 4 - C1	ACARREO DE MATERIALES	VACIADO DE LOSA ALIGERADA	5,000kg	VENTURA	ING. DANTE
15:30 - 16:00	-	-	-	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	-	-	-
16:00 - 16:30	-	-	-	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	-	-	-
16:30 - 17:00	-	-	-	VACIADO DE COLUMNAS Y PLACAS	-	-	-
17:00 - 17:30	-	-	LIBRE	LIBRE	-	-	-
17:30 - 18:00	-	-	LIBRE	LIBRE	-	-	-

Figura Nº 4.18 Programación Semanal de Obra y diaria del uso de la grúa torre.

4.7 SECTORIZACIÓN DE EDIFICACIONES

Unos de los procedimientos y/o herramientas de aplicación de la filosofía del Lean Construction en el proceso constructivo de las edificaciones es el de la **Sectorización** el cual consiste en lo siguiente:

1. Consiste en dividir una tarea o actividad de la obra en áreas o sectores donde se pueda predecir los resultados a programarse y donde las variables que impiden el cumplimiento de la programación sean mínimas. Para tal efecto el conjunto de la obra se dividen en sectores de menor tamaño donde están comprendidas áreas de trabajo similares.
2. Cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual (volúmenes iguales de trabajo)
3. La cantidad de tarea por sector deberá ser realizada en 1 día.
4. En el caso del proceso constructivo de un edificio este procedimiento se representa en el siguiente esquema la secuencia de un Tren de Trabajo en 3 sectores.
 - Encofrado y vaciado de verticales (Columnas y/o placas)
 - Encofrado de horizontales e instalaciones (Losas aligeradas y/o macizas)
 - Vaciado de horizontales (Losa aligerada incluido las vigas)
5. Se realiza el metrado de concreto y encofrado.
6. Se divide los metrados totales por piso entre la cantidad de sectores con los que se desea realizar la obra.
7. Se iteran sectores buscando similitud de los metrados verticales en cada uno de estos.
8. Definidos los metrados verticales de los sectores, se busca balancear el metrado de encofrado de horizontales dentro de cada sector:
 - Encofrado de vigas
 - Encofrado de losas
9. Con las áreas de encofrado horizontal definidas en cada sector, se elige el área de vaciado horizontal de forma que se busque la mayor equidad posible entre sectores.

10. Si los metrados de los encofrados horizontales difieren mucho entre sectores, se podrá modificar los límites de los sectores modificando los sectores de los verticales (se regresa al segundo paso).

11. Para la sectorización, se deberán considerar algunas reglas constructivas y estructurales:

- Las vigas se encofran totalmente
- Las losas aligeradas se pueden encofrar por partes solo si se respeta que el corte sea en el sentido de las viguetas

Mediante esta herramienta el profesional responsable de la obra (ingeniero residente) podrá tener el control de la producción diaria debido a que se podrá tener los datos siguientes:

- Saber cuánto se avanzará cada día
- Pronosticar exactamente qué avance de obra tendrá en un día determinado
- Tener mayor control de los gastos en obra
- Avanzar la obra con un mínimo de trabajos rehechos
- Las cuadrillas realizarán una sola misma actividad durante la obra. Se mejora la curva de aprendizajes vigas y los aligerados se pueden partir a los tercios

Asimismo los Trenes de Trabajo que se implementaran buscara lograr que todas las partidas componentes del proyecto se vuelvan críticas y tengan la importancia debido ya que de fallar solo una de ellas no se podrá lograr el cumplimiento de la programación semanal.

Así mismo es necesario considerar un tiempo previo al inicio del proyecto para la planificación.

Esta herramienta exige un compromiso del equipo de obra y por consiguiente permite una mayor cohesión del grupo humano que dirige la obra.

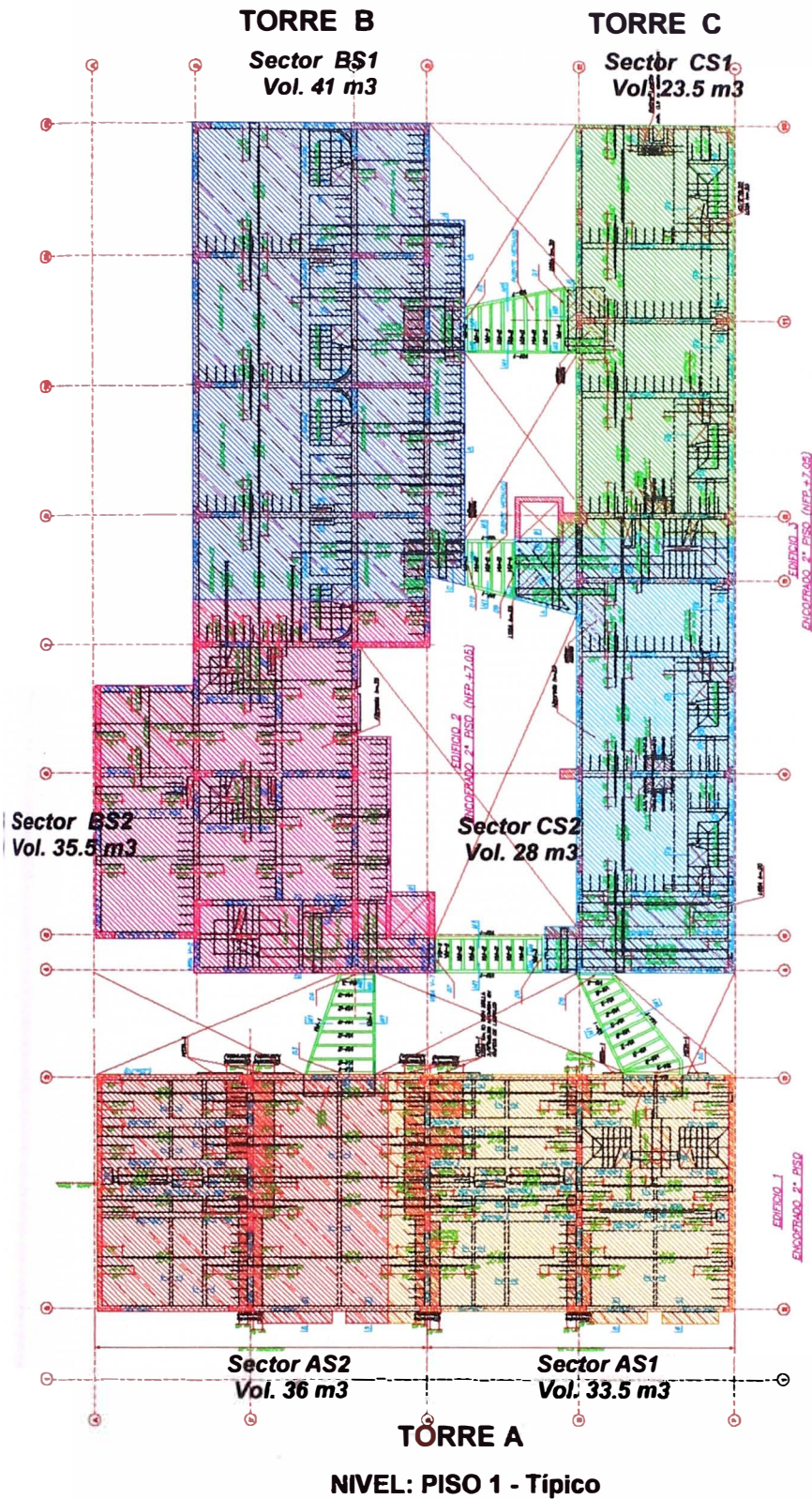


Figura Nº 4.19 Sectorización de la Obra y planificación de las partidas a realizar.

HOMBRE DE PROYECTO:		PROPRIETARIO:		FECHA:		UBICACION:																									
EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN		SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC		JUEVES 20 NOVIEMBRE 2012		TORRE A - B																									
Codigo	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
				L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D	L	M	K	J	V	S	D
	Encofrado de Columnas y Plicas	m2		1AS1	1AS2	1BS1	1BS2	2AS1	2AS2	2BS1	2BS2	3AS1	3AS2	3BS1	3BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	5AS1	5AS2	5BS1	5BS2				
	Concreto de Columnas y Plicas	m3		1AS1	1AS2	1BS1	1BS2	2AS1	2AS2	2BS1	2BS2	3AS1	3AS2	3BS1	3BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	5AS1	5AS2	5BS1	5BS2				
	Encofrado de Vigas	m2		1AS1	1AS2	1BS1	1BS2	2AS1	2AS2	2BS1	2BS2	3AS1	3AS2	3BS1	3BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	5AS1	5AS2	5BS1	5BS2				
	Encofrado de Losas Aligeradas y Hileras	m2		1AS1	1AS2	1BS1	1BS2	2AS1	2AS2	2BS1	2BS2	3AS1	3AS2	3BS1	3BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	5AS1	5AS2	5BS1	5BS2				
	Concreto de Horizontales	m3		1AS1	1AS2	1BS1	1BS2	2AS1	2AS2	2BS1	2BS2	3AS1	3AS2	3BS1	3BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	4AS1	4AS2	4BS1	4BS2	5AS1	5AS2	5BS1	5BS2				

CAPÍTULO V: CONTROL DE OBRA MEDIANTE SOFTWARE S10

5.1 INTRODUCCIÓN

Este es un programa que sirve para planificar, ejecutar y controlar proyectos a partir de presupuestos asignados. Todas las labores se realizan dentro del costo previsto, por consiguiente no existe el problema de recursos sobre asignados y trabaja hasta con 3 tipos de presupuestos del mismo proyecto.

Permite identificar los problemas y resolverlos a tiempo, además una administración profesional de los proyectos, potenciando sus habilidades e integrando el equipo de trabajo, evitando problemas de incumplimiento.

El conjunto de programas ha sido desarrollado dentro de los nuevos conceptos de la Gerencia de proyectos, tomando como referencia el PMI y Lean Construction, con opciones de fácil manejo y validos a nivel internacional.

Para el control se usa la teoría del valor ganado, se refiere a los resultados que esperamos de la gestión del proyecto y los visualizaremos en los "Resultados Operativos" para cuantificar el avance en cuanto a costo y metrado.

Este programa está preparado para el manejo de los recursos de mano de obra, materiales, equipos y subcontratos.

5.2 MODULOS QUE PARTICIPAN EN LA GESTION

- Presupuestos
- Gerencia de proyectos
- Almacenes
- Compra y Pedidos

5.3 RESULTADOS QUE SE LOGRAN AL USAR ESTE PROGRAMA

- En planificación: Cronograma grafico (Gantt), cronograma de avances, cronograma valorizado, plan de utilización de recursos, (cantidad de personal y equipo que se utilizara).
- En procura: La administración transparente de los pedidos y proceso de compra.
- En ejecución: Ordenes de trabajo, tareas de la mano de obra, partes de equipo, productividad; recursos utilizados, valorización de subcontratos.
- En control: Resultados operativos.

Gerencia de Proyectos - (06001002 Meta: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN)

Inicio | Proyecto: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

Partidas de Control (Meta)

Tarea	Actividad	Descripción actividades del presupuesto	Unidad	Medido	Precio	Parcial
1		OBRA BERLIN				10,715,500 2906
101		Obras Preliminares				21,959 8700
101	010101	DESAMONTAJE PARA DEMOLICIÓN	glb	1 0000	4,032 0000	4,032 0000
101	010102	PROTECCIÓN Y LIMPIEZA DURANTE DEMOLICIÓN	glb	1 0000	15,615 4900	15,615 4900
101	010103	DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE EDIFICACIÓN EXISTENTE	glb	1 0000	21,694 9200	21,694 9200
101	010104	DEMOLICIÓN Y ELIMINACIÓN DE CALZADURA EXISTENTE	glb	1 0000	26,668 8000	26,668 8000
101	010105	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	sem	3 0000	1,154 9400	3,948 6600
102		Obras Constantes				138,041 1400
102	010201	TRAZO Y NIVELACIÓN DURANTE LA OBRA	sem	55 0000	1,154 7500	72,281 6500
102	010202	TRANSPORTE VERTICAL CON ELEVADOR DE PLATAFORMA	mes	6 0000	3,628 2400	21,419 5200
102	010203	ACARREO Y ELIMINACIÓN DE DESMONTAJE DE OBRA	m3	992 1500	44 5900	44,239 9700
103		Movimiento de Tierras				239,262 8300
103	010301	EXCAVACIÓN MASIVA Y ELIMINACIÓN CON EQUIPO	glb	1 0000	181,633 5700	181,633 5700
103	010302	EXCAVACIÓN PARA CALZADURAS	m3	100 1490	29 0000	180 1500
103	010303	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS	m3	346 5500	29 0000	10,049 9500
103	010304	EXCAVACIÓN MANUAL Y RELLENO DE ZANJAS PARA MUROS PANTALLA	m3	472 6670	29 0800	472 6700
103	010305	REFINE DE CORTE VERTICAL	m2	1,061 3200	2 5000	2,653 3000
103	010306	CORTE SUPERFICIAL MANUAL DE TERRENO HASTA 0.20 M	m2	1,423 4100	5 6000	7,971 1000
103	010307	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	255 5000	18 5800	4,747 1900
103	010308	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	861 3200	14 2300	12,256 5800
103	010309	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	861 3200	20 0000	17,226 4000
103	010310	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN CON EQUIPO	m2	1,085 9600	5 0000	2,171 9200

Código	Descripción	Actividad	Fase	Descripción	Tipo Rato
01	OBRA BERLIN	010407	10401	CALZADURA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Peso
0101	COSTOS DIRECTOS	010407	1040302	LOSA DE ESTACIONAMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Peso
010101	OBRAS PRELIMINARES	010407	1040402	LOSA DE ESTACIONAMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Peso
010102	OBRAS CONSTANTES	01050103	10401	ZAPATAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010103	MOVIMIENTO DE TIERRAS	01050203	10401	VIGAS DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Peso
010104	MUROS PANTALLA	01050304	10402	MUROS PANTALLA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO MET	Peso
010105	ENCOFRADO	01050403	1040301	MUROS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010106	ACERO	01050403	1040401	MUROS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010107	CONCRETO	01050503	1040301	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010108	ALBAÑILERIA	01050503	1040401	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010109	TAPAJE DE CIELO HAZO	01050503	1040501	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010110	CONTRAPISOS Y PISOS DE CEMENTO	01050503	1040601	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010111	SOLAQUEO	01050503	1040701	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010112	TAPAJE DE MUROS	01050503	1040801	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010113	VARIOS ALBAÑILERIA	01050503	1040901	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010114	ISS	01050503	1041201	PLACAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010115	IEE	01050603	1040301	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010116	PISOS DE ACABADO	01050603	1040401	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010117	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS DE ACABADOS	01050603	1040501	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010118	REVESTIMIENTO	01050603	1040601	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010119	PINTURA	01050603	1040701	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010120	CARPINTERIA DE MADERA	01050603	1040801	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010121	CERRAMIENTO DE DRYWALL	01050603	1040901	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010122	VIDRIOS, CRISTALES Y SAMANES	01050603	1041001	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010123	CARPINTERIA METALICA	01050603	1041101	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010124	CERRAJERIA	01050603	1041201	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso
010125	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS	01050603	1041201	COLUMNIAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO	Peso

Presupuesto: 0103010 EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN META

Figura N° 5.1 Partidas de Control en Gerencia de Presupuestos S10.

Gerencia de Proyectos » (06001002-Meta-EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN)

Personal disponible

Tipo de Nómina: 001 Obreros de construcción civil con beneficios sociales

Amastre hacia aquí el encabezado de la columna que desea agrupar.

28/48	Campo	Código	En cualquier posición	Abren	Código Recurso	Ed	Grupo	Unidad	Activo	Código Ocupac	Ocupación	Código Mar	Horas	Costo hora promedio	AFP
22000807	Contreras Anampa, Ricardo	007	Almacenero	ma	0102020014		ALMACENERO	hh	<input type="checkbox"/>	01001014	Almacenero	01	S/	13.8958	
22000814	Morales Gonzales, Jesus Antonio	001	Maestro	ma	01010100010003		MAESTRO DE OBRA	hh	<input checked="" type="checkbox"/>	01001013	Maestro de Obra	01	S/	13.8958	
22000682	Andia Gutierrez, Luis German	004	Oficial	of	0101030009		GUARDIAN DE DIA	hh	<input checked="" type="checkbox"/>	01001012	Guardian	01	S/	11.9010	
22000640	Sanchez Ataurima, Jose Luis	004	Oficial	of	0103030018		ASISTENTE PREVENCIÓN	mes	<input checked="" type="checkbox"/>	01001007	Ayudante en segur	01	S/	11.9010	
22001474	Torres Zevatto, Tomas	004	Oficial	of	0101010018		OFICIAL ALBAÑILERIA	hh	<input type="checkbox"/>	01005002	Oficial albañil	01	S/	11.9010	
22001424	Alarcon Vargas, Segundo Aristides	003	Operario	op	0101010003		OPERARIO	hh	<input type="checkbox"/>	01003009	Operario Encofrado	01	S/	13.8958	
22000667	Casemiro Arenal, Eduardo Sldo	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input checked="" type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001382	Castañeda Antezaga, Henry Emilio	003	Operario	op	0101010003		OPERARIO	hh	<input type="checkbox"/>	01008009	Rigger/sofletero	01	S/	13.8958	
22001232	Cuñ Abiño, Manuel	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22000663	Flores Medina, Juan Carlos	003	Operario	op	0101030012		TOPOGRAFO GENERAL	hh	<input type="checkbox"/>	01001009	Topografo	01	S/	13.8958	
22001430	Huayta Nfispaytan, Julio Alejandro	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001454	Huayta Quispe, Carlos Augusto	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001426	Huayta Quispe, Pascual	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22000657	Ignacio Ramos, Ausberto	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input checked="" type="checkbox"/>	01008003	Operario Trabajos	01	S/	13.8958	
22000624	Inga Morales, Alberto Luis	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01009003	Operario Trabajos	01	S/	13.8958	
22000954	Jorge Molina, Maximo Epollu	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001446	Lera Guancazo, Arturo Jose	003	Operario	op	0103030017		PREVENCONISTA DE SEGI	mes	<input type="checkbox"/>	01001006	Experto de seguridad	01	S/	13.8958	
22001457	Melgarajo Broncano, Toribio Fructuoso	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001455	Mamenza Francisco, David Dimes	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22000659	Mendoza Elias, Carlos Hernan	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01003002	Operario Carpintero	01	S/	13.8958	
22000681	Palomino Galindo, Alfredo Roberto	003	Operario	op	0101030012		TOPOGRAFO GENERAL	hh	<input type="checkbox"/>	01001009	Topografo	01	S/	13.8958	
22000684	Ramirez Herrera, Juan	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22000680	Sebastian Franco, Jorge Alberto	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001466	Segovía Centelicio, Martin Jose	003	Operario	op	0101010026		OPERARIO TRABAJOS ML	hh	<input type="checkbox"/>	01005001	Operario Albañil	01	S/	13.8958	
22001325	Urbina Vera, Geerson	003	Operario	op	0103030017		PREVENCONISTA DE SEGI	mes	<input type="checkbox"/>	01001006	Experto de seguridad	01	S/	13.8958	
22001000	Zemora Salvador, Jose Osmer	003	Operario	op	0101030012		TOPOGRAFO GENERAL	hh	<input type="checkbox"/>	01001009	Topografo	01	S/	13.8958	
22001432	Altamirano Chocarro, Juan Carlos	005	Peon	pe	0101010026		PEON TRABAJOS MULTIP	hh	<input type="checkbox"/>	01009001	Peon Trabajos Multi	01	S/	10.7375	

Lista Servidor=SVRDANIELSON (7777) Base de Datos=10

SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC Tarea de Mano de Obra Jueves 17/01/2013

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

Tipo: N (Normal), E90 (Extra al 60%), E100 (Extra al 100%), DM (Descanso médico)

Cat	Código	Nombre	Rotación 1			Rotación 2			Rotación 3			Rotación 4			
			P.C.	Horas	Tipo	P.C.	Horas	Tipo	P.C.	Horas	Tipo	P.C.	Horas	Tipo	
Operario	22000624	Inga Morales, Alberto Luis	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Peon	22000635	Mamani Choque, Arturo	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Oficial	22000640	Sanchez Ataurima, Jose Luis	010206 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	8.5	N										
Operario	22000657	Ignacio Ramos, Ausberto	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Operario	22000659	Mendoza Elias, Carlos Hernan	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Operario	22000663	Flores Medina, Juan Carlos	010102 OBRAS CONSTANTES	8.5	N										
Operario	22000681	Palomino Galindo, Alfredo Roberto	010102 OBRAS CONSTANTES	8.5	N										
Oficial	22000682	Andia Gutierrez, Luis German	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Peon	22000731	Roque Fernandez, Bartolome Magno	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Almacenero	22000807	Contreras Anampa, Ricardo	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Maestro	22000814	Morales Gonzales, Jesus Antonio	010201 GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURAS	8.5	N										
Peon	22001295	Barrera Tomanquilla, Javier	010102 OBRAS CONSTANTES	8.5	N										

Figura N° 5.2 Personal disponible en Obra, Tareo Estándar y formato del S10 para su control.

Gerencia de Proyectos > (06001002 Meta: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN)

Archivo Ver Catálogos Herramientas ?

Inicio
Mano de obra
Materiales
Equipo
Subcontratos

Subcontrato - De Obra

Descripción	# Val.	Estado	Especialidad	Subcontratista	Contratado (\$/.)
Subcontratos					7,844,703.2155622
+ TELEFONICA DEL PERU					7,800.0000000
+ SEDAPAL					25,500.0000000
+ CRISTALES JENCHO EIRL					5,600.0000000
+ IDEOFORMA SAC					272,699.9830000
+ ENERGIA HIDRÁULICA SAC					294,126.1500000
+ INDUSTRIAL GAT E.I.R.L					235,119.9999994
+ PREZZATO SRL					69,160.7427800
+ DECOR STONE SAC					75,678.6365546
+ DH MATERIALES DE CONSTRUCCION SOCIEDAD ANONIMA CERRADA S.A.C.					121,414.9408479

Proyecto: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
Subcontrato: 0600100M SC MANO DE OBRA ESTRUCTURAS
N° Subcontrato:
Contratista: 22001298 EDIFICACIONES VENTURA SAC
Partida de Control:

Valorización N° 00018
Periodo: Semana 16 04/04/2013 10/04/2013

Código Recurso	Descripción	Und.	Precio \$/.	Subcontrato			Acumulado Anterior			Valorización Actual			Acumulado			Saldo		
				Metrado	Importe \$/.	%	Metrado	Importe \$/.	%	Metrado	Importe \$/.	%	Metrado	Importe \$/.	%	Metrado	Importe \$/.	
0405040015	SC M O ENCOFRADO LOSA MACIZA ISS A TODO COSTO TORRE A.C	m2	19.00	132.22	2,379.96	100.00	132.22	2,236.68	0.00	0.00	0.00	100.00	132.22	2,236.68	0.00	0.00	143.28	
0405010008	SC M O ENCOFRADO METALICO ZAPATA TORRE A.C	m2	22.50	238.39	5,363.77	74.34	177.21	3,987.22	0.00	0.00	0.00	74.34	177.21	3,987.22	25.66	61.18	1,376.55	
0405010010	SC M O ENCOFRADO METALICO DE MUROS TORRE A.C	m2	22.50	99.34	2,235.15	100.00	99.34	2,235.15	0.00	0.00	0.00	100.00	99.34	2,235.15	0.00	0.00	0.00	
0405020005	SC M O ENCOFRADO METALICO DE MUROS PANTALLA TORRE A.C	m2	25.50	199.79	5,094.65	94.84	189.49	4,832.00	0.00	0.00	0.00	94.84	189.49	4,832.00	5.16	10.30	262.65	
0405020009	SC M O ENCOFRADO METALICO DE MUROS TORRE A.C	m2	29.00	726.16	20,332.48	92.39	670.93	18,786.04	0.00	0.00	0.00	92.39	670.93	18,786.04	7.61	55.23	1,546.44	
0405020010	SC M O ENCOFRADO DE PLACAS A TODO COSTO TORRE A.C	m2	34.00	1,718.54	58,430.36	79.72	1,352.69	45,998.31	3.67	63.08	2,144.72	82.39	1,415.97	48,143.03	17.61	302.57	10,287.33	
0405030005	SC M O ENCOFRADO DE COLUMNAS A TODO COSTO TORRE A.C	m2	34.00	1,349.35	45,877.90	76.10	1,026.91	34,914.86	3.66	49.61	1,686.74	79.78	1,076.52	35,601.60	20.22	272.63	9,276.30	
0405030002	SC M O ENCOFRADO NORMAL ESCALERAS TORRE A.C	m2	34.00	81.75	2,779.50	100.00	81.75	2,779.50	0.00	0.00	0.00	100.00	81.75	2,779.50	0.00	0.00	0.00	
Resumen Valorización																		
Costo Directo Valorización					641,718.29		470,245.81		24,054.96				494,300.76			147,417.53		
Reajustes																		
Valorización Reajustada					641,718.29		470,245.81		24,054.96				494,300.76			147,417.53		
Amortización de Pagos a Cuenta																		
Amortización de Adelantos																		
Subtotal de la Valorización					641,718.29		470,245.81		24,054.96				494,300.76			147,417.53		
Impuesto General a las Ventas (18%)							84,644.24		4,329.69				88,974.14					
Valorización Bruta							554,890.05		28,384.65				583,274.90					
Deducción de Recursos																		
Retenciones					32,065.91		23,512.29		1,202.75				24,715.04			7,370.86		
Devolución Fondo de Garantía																		
Valorización Neta							581,377.76		27,182.10				608,559.86					

Subcontratista: V° B° Area Técnica

Figura N° 5.3 Formato de Valorización en Gerencia de Presupuestos del S10.

Gerencia de Proyectos » (06001 EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN)

Archivo Ver Catálogos Herramientas ?

Inicio
Mano de obra
Materiales

Techo de Materiales (Presupuestado)

Materiales presupuestados

Arrastre hacia aquí el encabezado de la columna que desea agrupar.

1/9 Campo Descripción [v] En cualquier posición [v] acero Grupo:

Código	Descripción /	Unida	Techo Por	Cantidad Presupuesto	Precio Presupuesto	Incremento	Cantidad Techo	Parcial Presupuesto	Cantidad Pedido	Reso
0204030005	ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2	kg	Cantidad	368,941 5502	2 1500		368,941 5502	793,224.3300	321,260 7000	
0294010009	CINCEL DE ACERO	und	Cantidad	15 0000	4 5000		15 0000	67 5000	15 0000	
02041200040003	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	Cantidad	115.9677	3 4100		115.9677	395 4500	810 0000	
02041200040002	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 2"	kg	Cantidad	572 551 3	3 4100		572 551 3	1,952 4000	692 0000	
02041200040004	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 3"	kg	Cantidad	644 3402	3 4100		644 3402	2,197 2000	1,788 0000	
02041200040005	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 4"	kg	Cantidad	633 3069	3 4100		633 3069	2,159 5800	1,660 0000	
02041200040010	CLAVOS DE ACERO DE 2"	cja	Cantidad	2 0000	6 9500		2 0000	13 9000	2 0000	
02041200040011	CLAVOS DE ACERO DE 3"	cja	Cantidad	2 0000	6 9500		2 0000	13 9000	2 0000	
0247070001 0008	LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE UNA POZA SATINADO	und	Cantidad	51 0000	165 2500		51 0000	8,427 7500	53 0000	

Asignado a: 0204030005 ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2

Arrastre hacia aquí el encabezado de la columna que desea agrupar.

8/8 Campo Tipo [v] En cualquier posición [v] Grupo:

Descripción	Unida	Factor	Cantidad Techo	Cantidad Pedido	Cantidad (kg)	so Directo Alim	idad SC-Contra	or Pedir / Contrata	antidad Consumic	SC Valorizado	Precio (S/.)	Parcial	Co
Equipo ACERO CORRUGADO 3/8" x 9m	var	4 790000000	23,600 0000	20,478 0000	113,044 0000	1,007 0000	0 0000	2,115 0000	21,484 0000	0 0000	10 3000000	243,080 0000	Me
Subcontratos ACERO CORRUGADO 1/4" x 9m	var	1 910000000	3,370 0000	11,968 0000	6,436 7000	31 0000	0 0000	-8,629 0000	11,475 0000	0 0000	4 1100000	13,850 7000	Me
Resultados ACERO CORRUGADO 5/8" x 9m	var	13 270000000	5,659 0000	5,460 0000	75,094 9300	303 0000	0 0000	-104 0000	5,763 0000	0 0000	28 5300000	161,451 2700	Me
Contratos ACERO CORRUGADO 1/2" x 9m	var	8 560000000	6,094 0000	5,130 0000	52,164 6400	935 0000	0 0000	29 0000	6,065 0000	0 0000	18 4000000	112,129 6000	Me
OP Equipo ACERO CORRUGADO 3/4" x 9m	var	19 360000000	2,225 0000	2,239 0000	43,076 0000	26 0000	0 0000	-40 0000	2,265 0000	0 0000	41 6200000	92,804 5000	Me
Calidad ACERO CORRUGADO 1" x 9m	var	34 250000000	764 0000	1,084 0000	26,167 0000	4 0000	0 0000	-324 0000	1,088 0000	0 0000	73 6400000	56,260 9600	Me
Pedidos ACERO CORRUGADO 8mm x 9m	var	3 430000000	6,911 0000	1,012 0000	23,704 7300	0 0000	0 0000	5,899 0000	1,012 0000	0 0000	7 3700000	50,934 0700	Me
Configuración ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2	kg	1 000000000	29,253 5502	0 0000	29,253 5502	0 0000	0 0000	29,253 5502	0 0000	0 0000	2 1500000	62,895 1329	Me

0204030005 ACERO CORRUGADO F'y=4200 kg/cm2 kg

Listo Servidor=SVRDANIELSON (????) :Base de Datos=s10 valfaro

Figura N° 5.4 Techo de Materiales Presupuestados de la Obra Control y Supervisión.

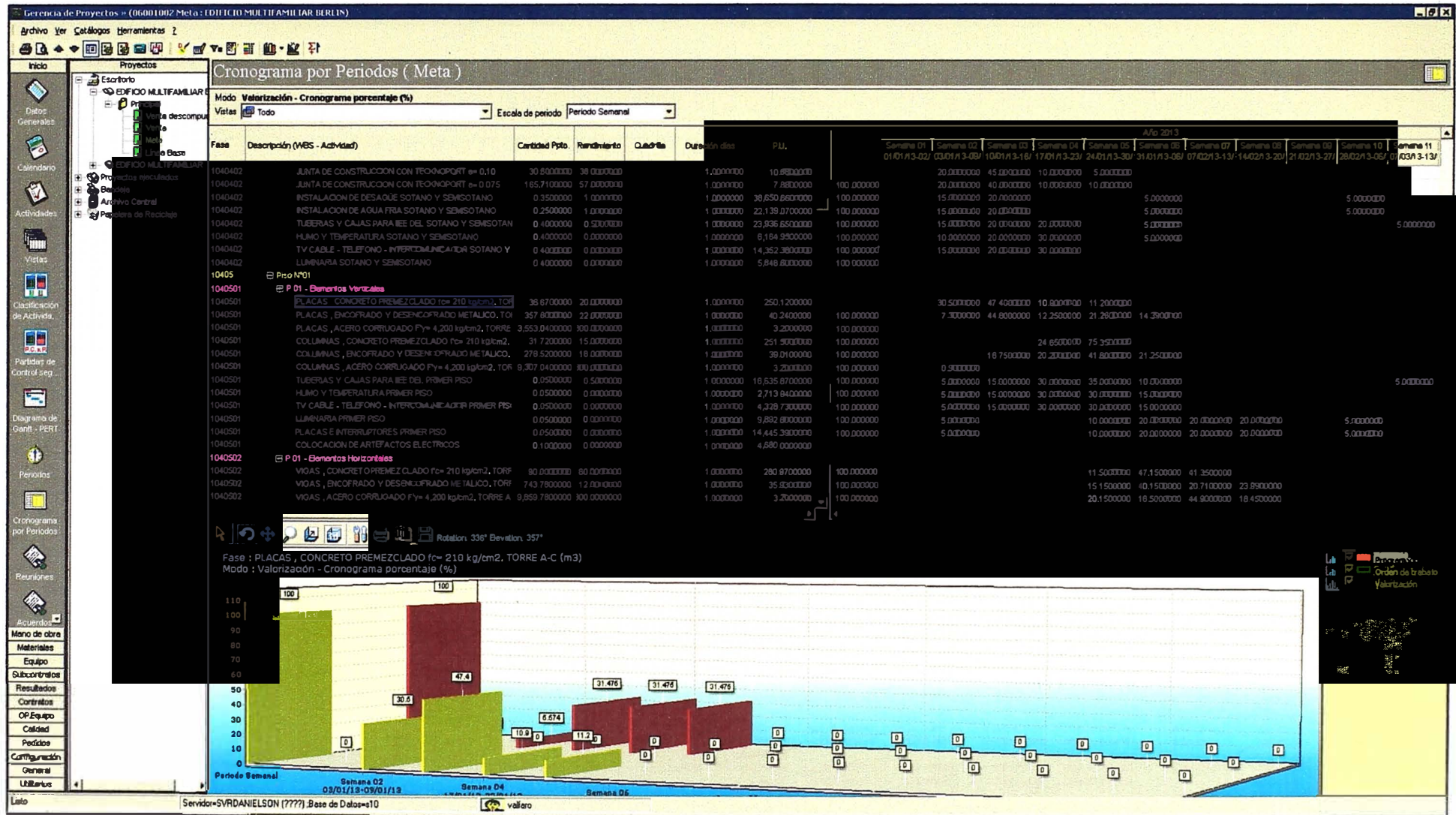


Figura N° 5.5 Cronograma de periodos control en % de avances semanales en Gerencia de Presupuestos S10.

Gerencia de Proyectos - (06001002) Meta - EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN

Archivo Ver Catálogos Herramientas ?

Inicio Proyectos

Mano de obra
Materiales
Equipo
Subcontratos
Resultados

Escritorio
EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
Principal
Ventilador descompuesto
Ventilador
Meta
Linea Base
Subcontratos
EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
Proyectos ejecutados
Bandera
Archivo Central
Papelera de Reciclaje

Resultados en Línea (Meta) - Un periodo

Clasificación: Partida de Control
Escala de periodo: Periodo Semanal
Periodo: Semana 06 31/01/2013 06/02/2013

Grupo	Descripción	Unidad	Metrado	Costo	Programado		Valorización		Real		Factor			
					Periodo actual	Acumulado actual	Periodo actual	Acumulado actual	Periodo actual	Acumulado actual	Periodo actual		Acumulado actual	
					Costo		Costo		Costo		Fa (Avance)	Fc (Costo)	Fa (Avance)	Fc (Costo)
010	OBRA BERLIN			305,190.08	165,196.9000000	2,537,077.5500000	229,716.9500000	2,464,178.8000000	149,527.8831830	2,564,955.9392380	1.3905654	1.5362817	0.9712666	0.9607100
010101	COSTOS DIRECTOS			442,778.20	150,556.5900000	2,197,982.6300000	218,668.2700000	2,306,252.1000000	141,507.9749600	2,355,688.2544960	1.4590412	1.5523384	1.0492586	0.9790141
010101	OBRAS PRELIMINARES			71,476.03		71,959.8100000		71,959.8700000	50.0000000	47,315.3677620			1.0000000	1.5208562
010102	OBRAS CONSTANTES			129,520.66	1,943.2300000	97,382.0200000	1,106.0000000	92,500.9500000	2,546.3551000	30,690.3494870	0.5691555	0.4343463	0.9498761	3.0140045
010103	MOVIMIENTO DE TIERRAS			276,919.28	8,714.7100000	262,916.2100000	1,614.7100000	251,621.7100000	2,212.3059970	234,085.2494710	0.1852856	0.7298764	0.9570414	1.0749148
010104	MUROS PANTALLA			169,110.00		172,123.9900000		172,124.0000000		174,105.2940940			1.0000001	0.9886201
010105	ENCOFRADO	m2	2,449.1654	827,960.87	27,781.9300000	380,586.8100000	34,301.2000000	393,451.1900000	32,508.1419290	317,532.7201090	1.2346586	1.0551572	1.0338014	1.2310887
010106	ACERO			038,177.39	31,084.2100000	423,906.4900000	41,504.8000000	512,186.9800000	27,342.8584350	503,392.4350160	1.3368971	1.5179393	1.2082546	1.0174708
010107	CONCRETO			965,807.35	24,186.3500000	435,204.8000000	57,783.0600000	494,621.8200000	66,212.0550000	528,351.7157940	2.3890773	0.8726970	1.1365267	0.9361603
010108	ALBAÑILERIA			981,706.78		4,183.6200000								
010109	TARRAJEO DE CIELO RASO	m2	6,356.1000	133,478.10	1,116.1500000									
010110	CONTRAPISOS Y PISOS DE CEMENTO			264,644.31		775.4100000								
010111	SOLAQUE	m2	2,163.5000	31,522.20										
010112	TARRAJEO DE MUROS			182,335.75	1,148.4400000		1,148.4400000							
010113	VARIOS ALBAÑILERIA			190,049.76						394.0516600				
010114	ISS			369,511.88	13,207.4400000	56,766.8500000	5,402.4100000	49,864.3400000	5,337.8776500	58,137.2532570	0.4090429	1.0120895	0.8784060	0.8577003
010115	IEE			740,781.26	8,855.3700000	64,576.5900000	3,075.3700000	50,957.4100000	2,527.3008490	38,846.1275640	0.3472887	1.2168595	0.7891004	1.3117758
010116	PISOS DE ACABADO			586,699.24										
010117	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS DE ACAA			325,608.53										
010118	REVESTIMIENTO	m	470.0000	132,400.25										
010119	PINTURA			302,872.78										
010120	CARPINTERIA DE MADERA			140,843.38						241.6718000				
010121	CERRAMIENTO DE DRYWALL	gts	1.0000	27,981.85										
010122	VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	gts	9.0000	333,179.56										
010123	CARPINTERIA METALICA			303,524.52			56,261.1800000	56,261.1800000		56,261.1840000				0.9999999
010124	CERRAJERIA			22,713.38										
010125	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS			270,052.48										
010126	JARDINERIA	m2	132.0000	11,220.00										
010127	VARIOS ACABADOS			141,225.31						11,154.3068480				
010128	ASCENSORES	gts	1.0000	223,857.85	4,624.0100000	44,891.4200000				63,532.6745350				
010129	SISTEMA PUESTA A TIERRA	gts	1.0000	13,423.74	569.0900000	569.0900000								
010130	SISTEMA CONTRA INCENDIOS			252,071.84	6,155.4700000	31,867.3800000				90,975.8250000				
010131	VIGUETAS Y BOVEDILLAS			377,823.69	14,270.6100000	129,302.7600000	18,619.5100000	155,306.7200000	2,705.0800000	118,271.8659480	1.3047473	6.8831754	1.2011091	1.3131333
010132	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE	gts	2.0000	42,771.00	1,043.1900000	5,400.6800000		855.4200000		21,385.5000000			0.1583912	0.0400000
010133	SISTEMA DE EXTRACCION MECANICA	gts	2.0000	69,403.50	1,692.7700000	8,763.6100000				34,701.7500000				
010134	SISTEMA DE GAS GLP O GAS NATURAL	gts	1.0000	138,730.00										
010135	SISTEMA DE INTERCOMUNICADORES	gts	1.0000	18,336.28										
010136	SISTEMA DE PUERTA LEVADIZA	gts	1.0000	12,889.50										
010137	SISTEMA DE ILUMINACION	gts	1.0000	18,241.38										
010138	ANCLAJE DE LOSAS EN MURO PANTALLA	gts	1.0000	4,540.52						474.6406800			1.0000089	9.5662681
0102	COSTOS INDIRECTOS			862,411.88	14,640.2100000	339,094.9200000	10,048.6800000	157,926.7000000	8,019.9082230	209,267.6847420	0.6863754	1.2529670	0.4657301	0.7546636
010201	GASTOS DEL PERSONAL EN ESTRUCTURA	sem	30.0000	155,470.20	5,744.8600000	143,568.8900000	5,752.4000000	87,157.4300000	4,419.1920000	70,002.7615500	1.0013125	1.3016859	0.6070774	1.2450570
010202	GASTOS DEL PERSONAL EN ACABADOS	sem	30.0000	155,470.20		608,050.00000								
010203	EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y MOBILIARIO	gts	2.0000	212,174.71	6,073.5400000	123,600.2500000	773.9600000	10,397.7800000	166.1000000	55,685.1965600	0.1274314	4.6596026	0.0841243	0.1867914
010204	SERVICIOS GENERALES			132,622.00						839,860.00000			1.1349463	0.3881613
010205	GASTOS DE ADMINISTRACION	gts	1.0000	9,900.00	149.8800000	4,055.5600000	158.4000000	2,262.1500000			1.0569865		0.5577898	

Contratos
OP Equipo
Celdas
Pedidos
Configuración
General
Utilitarios

Lista Servidor+SVRDANIELSON (???) Base de Datos+10

Figura N° 5.6 Resultados en Línea, Programado, Valorizado y Real Cálculo de Factor de Avance y Costo.

Detalle de los Resultados Operativos						Programado				Valorización				Real				Factor				
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio	Costo	Periodo actual		Acumulado actual		Periodo actual		Acumulado actual		Periodo actual		Acumulado actual		Periodo actual		Acumulado actual		
						Costo	Valorización	Costo	Valorización	Costo	Valorización	Costo	Valorización	Fa (Avance)	Fc (Costo)	Fa (Avance)	Fc (Costo)					
00	Todos los recursos				1,038,177.39	23,372,219.00	386,390,025.90	31,769,761.00	432,372.95	15,000.00	27,342,854.28	503,392,369.14	1,362,210.00	1,161,903.00	1,119,006.00	1,856,918.00						
02	MATERIALES				787,041.30	23,312,371.00	386,390,179.90	31,769,761.00	432,372.95	15,000.00	15,228,690.00	376,279,070.00	1,362,785.00	2,086,178.00	1,119,035.00	1,149,075.00						
0204	ACERO Y DERIVADOS 1				768,764.12	23,312,371.00	368,103,031.00	29,290,475.00	415,139,399.00	14,907,410.00	14,907,410.00	373,495,760.00	1,256,431.00	1,064,816.00	1,127,780.00	1,111,480.00						
020401	AL AMBRE S, AL AMBROM				25,285.00	111,994,700.00	11,850,100.00	978,411.00	13,420,635.00			13,707,548.00	1,257,648.00		1,125,330.00	0,979,440.00						
020403	ACI RO CORRUGADO				743,479.13	22,534,377.00	356,252,907.00	29,312,064.00	401,718,751.00	14,907,410.00	14,907,410.00	359,793,410.00	1,256,394.00	1,899,183.00	1,127,672.00	1,116,574.00						
0207	AGREGADOS, AGUA				12,421.39		12,421,381.00	1,684,951.00	11,712,129.00													
020702	ARENA				12,421.39		12,421,381.00	1,684,951.00	11,712,129.00													
0213	CEMENTO, CAL, YESO, TIZA, OCRE, FRAGUA				5,855.80		5,855,793.00	794,334.00	5,521,432.00													
021301	CEMENTO				5,855.80		5,855,793.00	794,334.00	5,521,432.00													
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) ATLAS	bol	351,2775	16.67	5,855.80		5,855,793.00	794,334.00	5,521,432.00													
0219	CONCRETOS, MORTEROS, TUBO, BLOZON				0.00							321,200.00	2,775,750.00									
021901	CONCRETO PRE MEZCLADO				0.00							321,200.00	2,775,750.00									
021901002	SEPARADORES DE CONCRETO	und			0.00							321,200.00	2,775,750.00									
0276	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS PI EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				0.00								7,510.00									
027601	ACCESORIOS Y COMPLEMENTOS HERRAMIENTAS MANUALES				0.00								7,510.00									
027601001	MOZA DE SIERRA	und			0.00								7,510.00									
04	SUBCONTRATOS Y SERVICIOS				251,136.09	9,848.00	9,848.00					12,114,164.28	127,113,348.21									
0406	ACERO				251,136.09	9,848.00	9,848.00					12,114,164.28	127,113,348.21									
040602	ESTRUCTURAS DE ACERO				251,136.09	9,848.00	9,848.00					12,114,164.28	127,113,348.21									
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO COSTERIA	kg										12,114,164.28	127,113,348.21									
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO COLUMNAS DE AMARRE	kg	1,554,621	0.80	1,243.70	8,356.00	8,356.00															
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO VIGAS DE AMARRE	kg	277,379	0.80	221.90	1,491.00	1,491.00															
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ZAPATAS TORRE A-C	kg	14,474,592	0.80	11,579.67																	
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ZAPATAS TORRE B	kg										3,817,840.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO VIGAS DE CIMENTACION TORRE A	kg	3,270,243	0.80	2,616.19							5,175,680.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO VIGAS DE CIMENTACION TORRE B	kg										1,280,416.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO MUROS PANTALLA TORRE A	kg	25,616,874	0.80	20,493.50							938,696.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO MUROS PANTALLA TORRE B	kg										1,429,208.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO MUROS TORRE A-C	kg	5,256,285	0.80	4,205.00							16,582,296.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO MUROS TORRE B	kg										3,598,560.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO PLACAS TORRE A-C	kg	29,608,685	0.80	23,886.95							69,104.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO PLACAS TORRE B	kg										676,720.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO COLUMNAS TORRE A-C	kg	77,558,632	0.80	62,046.91							5,092,148.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO COLUMNAS TORRE B	kg										12,193,960.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ESCALERAS TORRE A-C	kg	3,047,503	0.80	2,438.00							14,773,960.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ESCALERAS TORRE B	kg										815,980.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO VIGAS TORRE A-C	kg	82,164,792	0.80	65,731.83							16,525,826.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO VIGAS TORRE B	kg										721,704.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA ALIGERADA TORRE A	kg	53,069,962	0.80	42,455.97							1,302,400.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA ALIGERADA TORRE B	kg										4,303,415.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA MACIZA TORRE A-C	kg	18,020,548	0.80	14,416.44							17,261,663.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA MACIZA TORRE B	kg										5,918,200.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ZAPATA GRUA TORRE A	kg										232,600.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO ZAPATA GRUA TORRE B	kg										8,112,712.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA ALIGERADA ADICIONAL	kg										3,523,360.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA MACIZA RAMPA	kg										270,749.00										
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO LOSA MACIZA BARRIL TORRE A	kg																				
040602001	SC M O HABILITACION Y COLOCACION ACERO JARDINERA ADICIONAL TORRE A	kg																				

Figura N° 5.7 Resultados Operativos partida Acero, Programado, Valorizado y Real Cálculo de Factor de Avance y Costo.

5.4 FACTOR DE AVANCE Y FACTOR DE COSTO DEL PROYECTO.

5.4.1 Factor de Avance (Fa)

Corresponde a la comparación del monto valorizado sobre el monto programado.

5.4.2 Factor de Costo (Fc)

Corresponde a la comparación del monto gastado o invertido (real) sobre el monto valorizado.

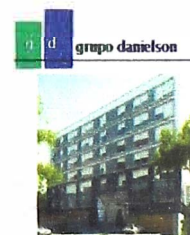
Cuando el factor de avance y costo, tienen el valor de 1 significa que estamos dentro de lo previsto, cuando el valor es menor a 1 significa que estamos atrasados o estamos perdiendo y cuando es mayor a 1 significa que el proyecto esta adelantado y es rentable.

FACTOR :	
FA :	FACTOR DE AVANCE
FC:	FACTOR DE COSTO
FACTOR = 1 Estamos dentro de lo Previsto.	
FACTOR < 1 Significa que estamos Atrazados o estamos perdiendo.	
FACTOR >1 Significa que estamos Adelantados y es Rentable.	

Figura N° 5.8 Factor de Avance y Factor de Costo.

Cuadro N° 5.1 Resultados Operativos semana 01/11/2012 al 31/12/2012.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
SEMANA : 01/11/2012 AL 31/12/2012
Cliente SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
Lugar LIMA - LIMA - MIRAFLORES
FECHA : 31 DE DICIEMBRE DEL 2012



RESUMEN QUINCENAL RESULTADOS OPERATIVOS OBRA BERLIN					
SEMANAS	MONTOS			FACTOR	
	PROGRAMADO	VALORIZADO	REAL	FA ACUMULADO	FC ACUMULADO
SEMANA 45 01/11/2012 AL 07/11/2012	782,780.71	521,936.64	508,643.41	0.667	1.026
SEMANA 47 15/11/2012 AL 21/11/2012	975,811.40	731,314.36	678,913.47	0.749	1.077
SEMANA 49 29/11/2012 AL 05/12/2012	1,145,641.39	1,062,516.55	982,101.38	0.927	1.082
SEMANA 51 13/12/2012 AL 19/12/2012	1,407,701.40	1,326,102.20	1,419,673.55	0.942	0.934
SEMANA 53 27/12/2012 AL 31/12/2012	1,699,889.98	1,638,783.82	1,666,623.90	0.964	0.983

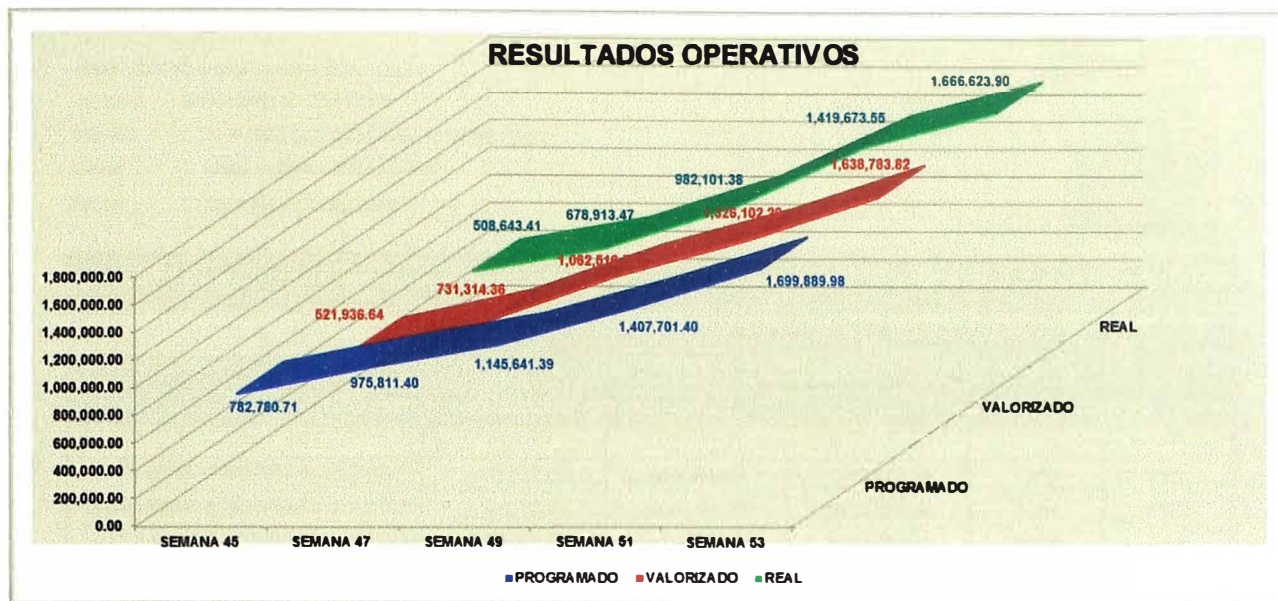


Figura N° 5.9 Resultados Operativos semana 01/11/2012 al 31/12/2012.

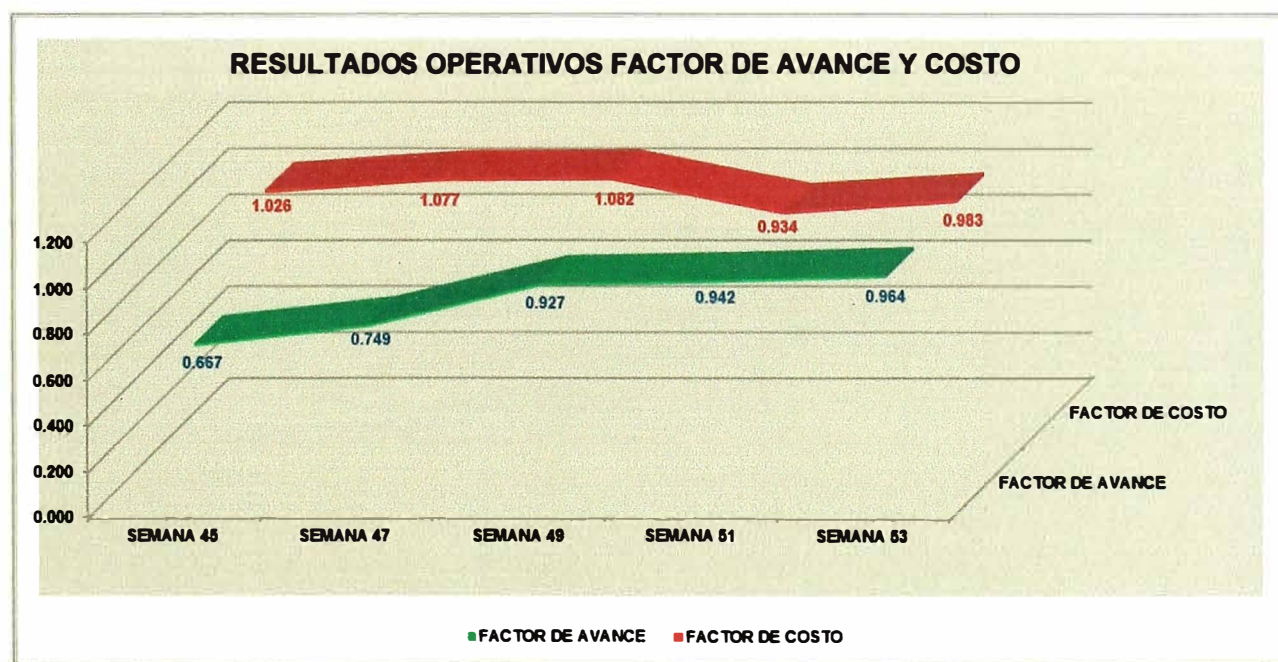


Figura N° 5.10 Factor de Avance y Costo semana 01/11/2012 al 31/12/2012.

Cuadro N° 5.2 Resultados Operativos semana 07/02/2013 al 29/05/2013.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
SEMANA : 07/02/2013 AL 29/05/2013
Cliente SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
Lugar LIMA - LIMA - MIRAFLORES
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2013



RESUMEN QUINCENAL RESULTADOS OPERATIVOS OBRA BERLIN					
SEMANAS	MONTOS			FACTOR	
	PROGRAMADO	VALORIZADO	REAL	FA ACUMULADO	FC ACUMULADO
SEMANA 07 07/02/2013 AL 13/02/2013	2,740,034.89	2,638,844.04	2,661,953.09	0.963	0.991
SEMANA 09 21/02/2013 AL 27/02/2013	3,157,212.44	3,017,387.51	3,054,704.64	0.958	0.988
SEMANA 11 07/03/2013 AL 13/03/2013	3,600,890.94	3,434,268.64	3,474,921.41	0.954	0.988
SEMANA 15 04/04/2013 AL 10/04/2013	4,573,207.90	4,321,793.02	4,286,922.07	0.945	1.008
SEMANA 18 28/04/2013 AL 01/05/2013	5,237,496.70	4,895,972.40	4,954,134.79	0.935	0.988
SEMANA 20 09/05/2013 AL 15/05/2013	5,709,953.24	5,242,964.40	5,244,791.00	0.918	1.000
SEMANA 22 23/05/2013 AL 29/05/2013	6,177,533.50	5,560,476.08	5,547,554.72	0.900	1.002



Figura N° 5.11 Resultados Operativos semana 07/02/2013 al 29/05/2013.

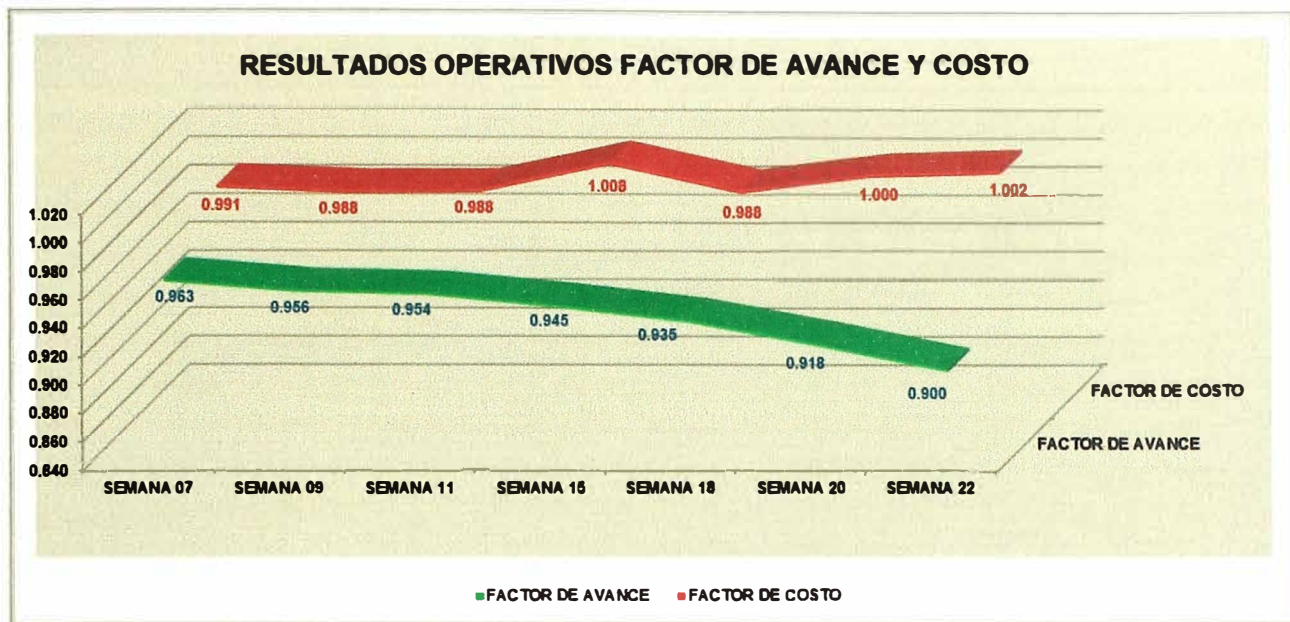


Figura N° 5.12 Factor de Avance y Costo semana 07/02/2013 al 29/05/2013.

Cuadro N° 5.3 Resultados Operativos semana 01/08/2013 al 20/11/2013.

OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR BERLIN
SEMANA : 01/08/2013 AL 20/11/2013
Cliente SAN NICOLAS CONSTRUCCIONES SAC
Lugar LIMA - LIMA - MIRAFLORES
FECHA : 20 DE NOVIEMBRE DEL 2013



RESUMEN QUINCENAL RESULTADOS OPERATIVOS OBRA BERLIN					
SEMANAS	MONTOS			FACTOR	
	PROGRAMADO	VALORIZADO	REAL	FA ACUMULADO	FC ACUMULADO
SEMANA 32 01/08/2013 AL 07/08/2013	8,582,206.89	7,472,794.49	7,772,859.55	0.871	0.961
SEMANA 33 08/08/2013 AL 14/08/2013	8,811,808.97	7,685,401.77	7,925,708.43	0.872	0.970
SEMANA 35 22/08/2013 AL 28/08/2013	9,231,535.79	8,054,533.26	8,252,974.71	0.873	0.976
SEMANA 37 05/09/2013 AL 11/09/2013	9,614,099.22	8,472,318.49	8,560,929.38	0.881	0.990
SEMANA 39 19/09/2013 AL 25/09/2013	10,033,826.04	8,879,286.13	8,904,059.61	0.885	0.997
SEMANA 41 03/10/2013 AL 09/10/2013	10,420,772.43	9,304,977.20	9,248,725.09	0.893	1.006
SEMANA 43 17/10/2013 AL 23/10/2013	10,886,770.08	9,744,363.80	9,500,062.38	0.895	1.026
SEMANA 45 31/10/2013 AL 06/11/2013	11,190,681.03	10,228,352.52	9,835,533.28	0.914	1.040
SEMANA 47 14/11/2013 AL 20/11/2013	11,293,234.38	10,717,554.48	10,183,249.59	0.949	1.052



Figura N° 5.13 Resultados Operativos semana 01/08/2013 al 20/11/2013.

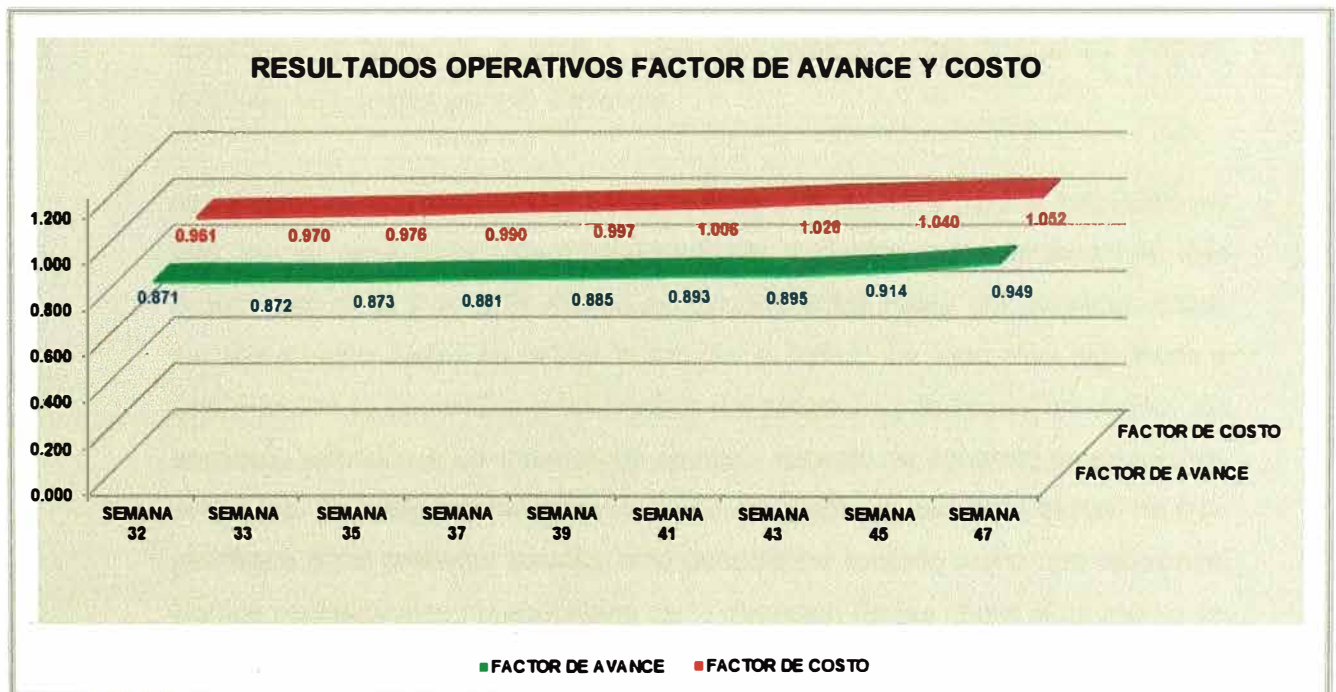


Figura N° 5.14 Factor de Avance y Costo semana 01/08/2013 al 20/11/2013.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Con la implementación de la filosofía del Lean Construcción se consiguió mejoras en los niveles de productividad y tiempo en la programación de la Obra, para ello al aplicar la sectorización para los vaciados de concreto tanto de elementos verticales y horizontales con el uso de equipos mecanizados como la grúa torre, se lograron resultados muy favorables disminuyendo demoras y cumpliendo con la programación semanal. En el caso concreto del proyecto en estudio se obtuvo un ahorro total de 5 semanas en la ejecución del proyecto.
- De igual manera se con la aplicación del software Módulo de Gerencia del S10 que ayudó a organizar las actividades de la obra y centralizarlas tener información semanal del estado del proyecto, en cuanto al avance y costo, el resumen de pago a Subcontratistas, el pago de la mano de obra, el stock valorizado de recursos existentes en el almacén, además de los resultados operativos el factor de avance y costo del proyecto. Con lo cual se preparó informes semanales para la Gerencia.
- Así mismo se realizó una evaluación técnica y económica para la viabilidad del uso de la grúa torre, identificándose las variables más importantes que determinan el uso de este equipo en las diferentes fases del proyecto. Estas variables están dadas en primer orden por el tiempo de ejecución, siguiendo a continuación la geometría y volumetría del proyecto y teniendo en cuenta los aspectos referidos a los trabajos de acarreo, vaciado de concreto en elementos verticales. En base a estos criterios se ha adoptado un esquema el cual ha sido mostrado en el presente trabajo, esto debería ser tomado como una referencia por los profesionales responsables de la dirección de las obras al momento de tomar la decisión del uso o no de una grúa torre.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para que esta filosofía del **Lean Construcción** al igual que el Software Modulo de Gerencia del S10 de resultados esperados se tiene que capacitar al personal técnico sobre las teorías de productividad, uso de recursos y equipos, la planificación diaria de la obra, el manejo, uso y funciones de este nuevo software aplicativo al cual se le tiene que alimentar de información diariamente de la obra y así no tener demoras y poder lograr los reportes semanales esperados.
- Además el uso de la grúa torre se debe programar al igual diariamente para que genere productividad y no se convierta en un sobre costo al presupuesto. Por tal sentido la participación del ingeniero de campo, ingeniero residente o ingeniero de producción debe ser total para tener el éxito deseado. Se plantea que la programación diaria del uso de la grúa y las decisiones que se deban tomar en campo para su uso en todas las partidas concernientes del proyecto estén en manos de los profesionales competentes y no se deje esta labor a cargo de los maestros de obra o capataces, quienes al no tener una formación superior puedan no tener en cuenta los ahorros o sobre costos que se pueden generar por no tener una manejo eficiente de esta herramienta mecanizada. Por tal motivo el personal que maneja la grúa torre debe estar en coordinación directa con el ingeniero de campo y debe responder solo a él para la determinación de las actividades de la grúa en el desarrollo de la jornada laboral.
- Para elementos verticales se deben realizar los vaciados en 3 partes, cabe resaltar no se debe vaciar concreto a una altura mayor de 1.50 m para evitar el problema de segregación, asimismo se debe vibrar y golpear la parte inferior del elemento vertical para evitar cangrejas en la base.
- Para vaciado de volúmenes horizontales mayores a 20 m³ se debe realizar con el equipo de bombeo de la empresa concretera, y no con la grúa torre por ser menos eficiente y rentable. Esto debido a que el tiempo total que involucra acarrear el balde de concreto desde el punto donde se ubica el mixer hasta la zona de vaciado pudiera originar tiempos muertos del personal y/o cuadrilla de

vaciado debido a la esperas que se van a producir por no ser un vaciado continuo.

- Para recepción y descarga del concreto, es importante estudiar todos los escenarios de eventuales riesgos antes, durante y después de la descarga, incluyendo todas las actividades a desarrollar, es importante revisar aspectos de movilidad, área de trabajo, procedimientos, equipos y elementos de seguridad. Se deberá delimitar el sitio de descarga del concreto en el balde de la grúa torre, estableciendo un área fija de vaciado cercana al camión mezclador y con personal capacitado y destinado a esta función.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara Rojas, Paúl Vladimir “*Metodología para Minimizar las Deficiencias de Diseño Basada en la Construcción Virtual usando Tecnologías BIM.*” Tesis para optar el Título profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima 2013.
- Arellano Castillo, Guillermo Máximo “*Mejora de Procesos Constructivos y Gestión de Desperdicios en la Construcción de Edificaciones.*” Tesis para optar el Título profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima 2010.
- Mercado Rapre, Jhonny Eduardo “*Estudio de la Productividad de dos Grúas Torre en un Proyecto Constructivo.*” Tesis para optar el Título profesional. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima 2011.
- Morales Galiano, Nayda Susana “*Diagnostico y Evaluación de la Relación entre el Grado de Industrialización y los Sistemas de Gestión con el Nivel de Productividad en Obras de Construcción.*” Tesis para optar el Título profesional. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima 2006.