

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DEL TRABAJO DE LAS GRÚAS TORRE EN LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MASIVAS Y MÉTODOS DE MEJORA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

SULYN COSSETT GOMEZ VILLANUEVA

JORGE DAVID ZUMARAN RIVERA

Lima - Perú

2014

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Dedicatoria

*A mi mamá Julia, por guiarme en cada paso de la vida ahora y siempre,
A mi hermano Cesar, por enseñarme que todos podemos ser mejores,
A mi hermana Michelle, por ser mi más claro ejemplo de bondad,*

Gracias por complementar mi vida día a día con su amor,

Sulyn

*A mis padres por la educación y los buenos valores que inculcaron en mí,
A mi profesor Lutgardo Salas por inculcarme el amor por los números
A la FIC-UNI.*

Jorge

	Pág.
RESUMEN	5
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE GRÁFICOS	15
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS	19
INTRODUCCIÓN	20
CAPÍTULO I: EDIFICACIÓN EN ALTURA, CONTEXTO ACTUAL	22
1.1 EDIFICIOS MÁS ALTOS DEL MUNDO	23
1.2 EDIFICIOS MÁS ALTOS EN EL PERÚ	24
1.3 ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ	24
1.4 DÉFICIT HABITACIONAL EN EL PERÚ.	25
1.4.1 Déficit cuantitativo	25
1.4.2 Déficit cualitativo	26
1.4.3 Déficit habitacional	26
1.5 EL SECTOR INMOBILIARIO EN EL PERÚ	28
1.6 NUEVOS EQUIPOS EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN	30
1.6.1 Ventaja del uso de nuevos equipos	30
1.6.2 Demanda de grúas torre en la construcción	31
1.7 LA IMPORTANCIA DE LAS GRÚAS TORRE	32
CAPITULO II: TIPIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS OBRAS ESTUDIADAS	33
2.1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ESTUDIADOS	34
2.1.1 Sistema Constructivo de Muros de Ductilidad Limitada	34

2.1.2 Sistema Constructivo Aporticado	37
2.1.3 Sistema Constructivo de Albañilería Confinada	38
2.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS OBRAS ESTUDIADAS	40
2.2.1 Parques de San Martin de Porres	40
2.2.2 Parque Central Club Residencial	42
2.2.3 Real 8	43
2.2.4 Edificio Corporativo GyM	45
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE LOS FLUJOS DIARIOS	48
3.1 CONSIDERACIONES TOMADAS	49
3.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO	50
3.3 ANÁLISIS DE LOS FLUJOS Y NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	51
3.3.1 Parques de San Martin	51
3.3.2 Real 8	54
3.3.3 Parque Central Club Residencial	58
3.3.4 Edificio Corporativo GyM	61
3.4 ANALISIS DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO DE LAS OBRAS ESTUDIADAS	65
3.4.1 Tiempo no contributorio promedio	65
3.4.2 Interpretación económica	67
3.5 CAUSAS QUE ORIGINAN EL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	69
3.5.1 Análisis con el Diagrama de Pareto	69
3.5.2 Análisis con Diagrama de Ishikawa	74
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS PROCESOS MÁS REPETITIVOS	78
4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS MÁS REPETITIVOS	80
4.1.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal	80

4.1.2 Abastecimiento de mallas electro soldadas	83
4.1.3 Abastecimiento de bloques de concreto	86
4.1.4 Vaciado de concreto	88
4.2 ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE CARTA BALANCE	91
4.2.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal	91
4.2.2 Abastecimiento de mallas de acero electro soldado	96
4.2.3 Abastecimiento de bloques de concreto	98
4.2.4 Vaciado de concreto	101
CAPÍTULO V: PROPUESTAS PARA MEJORAR EL TRABAJO DE LA GRÚA TORRE	109
5.1 MEJORA A NIVEL MACRO	110
5.1.1 Comparación entre las cuatro obras estudiadas	110
5.1.2 Propuesta de Mejora en la obra Parques de San Martin	113
5.2 MEJORA DE PROCESOS REPETITIVOS	116
5.2.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal	116
5.2.2 Abastecimiento de mallas electro soldadas	117
5.2.3 Abastecimiento de bloques de concreto	119
5.2.4 Vaciado de concreto	120
5.3 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL VALOR AGREGADO EMPLEANDO GRÚAS TORRE	122
5.3.1 Incremento del uso de elementos prefabricados o prearmados	123
5.3.2 Empleo de sistemas de encofrado más sofisticados	125
5.3.3 Enfoque de la obra por frentes	127
5.3.4 Accesorios que facilitan el trabajo de las grúas torre	128
5.4 CASO DE ÉXITO: PROYECTO LEURO	130
5.4.1 Proyecto Centro Empresarial Leuro	130
5.4.2 Grúas torre en el proyecto Leuro	132

5.4.3 Estado inicial de la obra	133
5.4.4 Enfoque de obra por frentes y sectorización	134
5.4.5 Adecuada localización de las zonas de carga de materiales	135
5.4.6 Organización de los paquetes de carga	137
5.4.7 Definición de los procesos en obra	137
5.4.8 Elaboración de un plan diario para la grúa torre	141
5.4.9 Resultados	143
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	146
6.1 CONCLUSIONES	147
6.2 RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFÍA	152
ANEXOS	

RESUMEN

Actualmente, producto del dinamismo e industrialización que experimenta la rama de la construcción en nuestro país, existe una gran demanda de maquinaria pesada para la construcción en altura, especialmente de grúas torre, las cuales son una herramienta muy útil para las edificaciones de este tipo.

Este estudio mostrará la influencia que tienen estas maquinarias en la construcción de una obra, no solo por las actividades directas que realiza, sino también por las actividades que dependen indirectamente de estas. El inicio de toda actividad constructiva es el transporte horizontal y vertical de materiales, y la función principal de la grúa torre es cumplir con esta primera etapa.

El presente estudio realizado demuestra el alto porcentaje de Tiempo No Contributorio de las grúas torre en la construcción de viviendas masivas y oficinas en la ciudad de Lima, este tiempo es originado por diversas causas que varían de acuerdo a la realidad de cada proyecto con el común denominador que todos estos tiempos muertos implican grandes costos en las obras. Debido al elevado costo de estas maquinarias y su importancia en los proyectos, se muestran los resultados del análisis de cuatro obras estudiadas y se plantean una serie de pasos para poder mejorar el uso de las grúas en las obras de este tipo, se prueba también el uso de estos lineamientos en otra obra que permitió comprobar las hipótesis de solución mostrando buenos resultados luego de la implementación de las mejoras.

La influencia negativa de los trabajos no contributorios de las grúas no radica solamente en el costo, sino también en el conjunto de actividades que dependen

del trabajo de esta, ya que como actividad principal para poder dar inicio a todas las demás tenemos al acarreo de los materiales, por lo cual el atraso de una genera un atraso en cadena para los demás.

Dentro de los principales puntos que se deben procurar controlar en toda obra tenemos a la continuidad de flujos y la eficiencia y eficacia de los procesos ya que cuando estos no son controlados de una manera adecuada generan desperdicio en toda obra, el presente trabajo enfoca su estudio en dos puntos básicos:

Como primer punto: La continuidad de los flujos en diferentes obras, rescatando patrones en común que demuestran cuales son las principales causas por las cuales la continuidad en los flujos falla, para lo cual se presentara un análisis mediante un Nivel General de Actividades, clasificando las actividades con su respectivo tipo de trabajo (Trabajos productivos TP, trabajos contributorios TC, trabajos no contributorios TNC). Esto a su vez permite el análisis mas a profundidad para identificar los motivos que originan los TNC, este análisis se realiza con el diagrama causa efecto o diagrama de Ishikawa.

En segundo lugar el estudio se enfoca en la eficiencia y eficacia de los procesos constructivos de las actividades más representativas que tienen relación directa e indirecta con el uso de las grúas torre como el vaciado de concreto, colocación de prelosas y traslado de materiales; se presentan los resultados del análisis de campo y se plantean las mejoras basadas en la herramienta de carta balance.

Con los resultados obtenidos del análisis de las obras, se plasman los lineamientos a seguir para poder maximizar el uso de las grúas torre en los proyectos, estos fueron puestos en práctica en otro proyecto dando buenos resultados permitiendo confirmar la hipótesis planteada inicialmente.

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1.1 Edificios más altos del mundo.	23
Tabla N°1.2 Edificios más altos en el Perú.	24
Tabla N°1.3 Porcentaje de la actividad edificadora destinado a viviendas.	25
Tabla N°1.4 Demanda del mercado actual de grúas torre en el mundo.	31
Tabla N°1.5 Demanda del mercado actual de grúas torre en Sudamérica.	32
Tabla N°3.1 Influencia en costo por el TNC.	68
Tabla N°4.1 Detalle de procesos. Acero Longitudinal.	81
Tabla N°4.2 Detalle del personal requerido. Acero longitudinal.	82
Tabla N°4.3 Detalle de procesos. Mallas electro soldadas.	84
Tabla N°4.4 Detalle del personal requerido. Mallas electro soldadas.	85
Tabla N°4.5 Detalle de procesos. Bloques de concreto.	86
Tabla N°4.6 Detalle del personal requerido. Bloques de concreto.	87
Tabla N°4.7 Detalle de procesos. Vaciado de concreto.	89
Tabla N°4.8 Detalle del personal requerido. Vaciado de concreto.	90
Tabla N°4.9 Tiempos detallados promedios del abastecimiento de mallas electrosoldadas.	98
Tabla N°4.10 Tiempos detallados promedios del abastecimiento de bloques de concreto.	101
Tabla N°4.11 Datos promedios del vaciado de concreto. Parques de San Martín.	103
Tabla N°4.12 Datos promedios del vaciado de concreto. Real 8.	104

Tabla N°4.13 Datos promedios del vaciado de concreto. Parque Central Club Residencial.	106
Tabla N°4.14 Comparación de los datos promedios del vaciado de concreto.	107
Tabla N°4.15 Duración de las principales actividades realizadas por la grúa.	108
Tabla N°4.16 Antigüedad de la grúa torre por obra.	108
Tabla N°5.1 Comparación de actividades entre las cuatro obras.	110
Tabla N°5.2 Tabla de prioridades de las actividades identificadas.	112
Tabla N°5.3 Comparación de tiempos. Abastecimiento de bloques de concreto. Parques de San Martín y Parque Central Club Residencial.	119
Tabla N°5.4 Duración promedio de actividades productivas en obra Leuro.	140
Tabla N°5.5 Duración promedio de actividades contributorias en obra Leuro.	141

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1.1 Edificios más altos del mundo.	23
Figura N°1.2 Déficit cuantitativo en el Perú.	25
Figura N°1.3 Déficit cualitativo en el Perú.	26
Figura N°1.4 Déficit habitacional en el Perú.	27
Figura N°1.5 Déficit habitacional, según área de residencia.	27
Figura N°2.1 Zona de acopio de mallas electro soldadas. Obra: Parque Central Club Residencial.	35
Figura N°2.2 Balde de concreto. Obra: Parques de San Martin de Porres.	36
Figura N°2.3 Plano de arquitectura, Torre B, piso típico del 7mo al 12vo. Parques de San Martin.	36
Figura N°2.4 Avances de Junio 2013. Obra: Parques de Villa El Salvador.	37
Figura N°2.5 Plano de estructuras, piso 4 típico. Real 8.	38
Figura N°2.6 Albañilería confinada.	38
Figura N°2.7 Proceso de transferencia de carga.	39
Figura N°2.8 Muro portante confinado.	39
Figura N°2.9 Plano de distribución típico. Parque Central Club Residencial.	40
Figura N°2.10 Grúa torre en obra Parques de San Martin.	41
Figura N°2.11 Modelo 3D del Proyecto Parques de San Martin.	41
Figura N°2.12 Modelo digital 3D. Parque Central Club Residencial.	42
Figura N°2.13 Construcción de edificio de 15 pisos. Parque Central Club Residencial.	43

Figura N°2.14 Vista elevación de la fachada sur. Obra: Real 8.	44
Figura N°2.15 Layout de planta-Alcance de grúa torre. Obra: Real 8.	44
Figura N°2.16 Ubicación del proyecto. Edificio Corporativo GyM.	45
Figura N°2.17 Vista-Corte. Edificio Corporativo GyM.	46
Figura N°2.18 Sectorización del vaciado de sótanos. Edificio Corporativo GyM.	47
Figura N°2.19 Layout del alcance de la grúa torre. Edificio Corporativo GyM.	47
Figura N°3.1 Ejemplo de la división de trabajos de acuerdo a su categoría.	49
Figura N°3.2 Información solicitada en las obras.	50
Figura N°3.3 Vaciado de concreto en Parques de San Martin.	51
Figura N°3.4 Colocación de piedra chancada en Parques de San Martin.	51
Figura N°3.5 Línea de tiempo del día 28 de Enero en Parques de San Martin.	52
Figura N°3.6 Nivel general de actividades en obra Parques de San Martin.	53
Figura N°3.7 Grúa torre en obra Real 8.	54
Figura N°3.8 Vaciado de concreto en Real 8.	54
Figura N°3.9 Colocación de pre losas en Real 8.	55
Figura N°3.10 Encofrado de elemento pre armados en Real 8.	55
Figura N°3.11 Línea de tiempo del día 20 de Febrero en Real 8.	56
Figura N°3.12 Nivel general de actividades en obra Parques de San Martin.	57
Figura N°3.13 Vaciado de concreto descarga en Parque Central Club Residencial.	58
Figura N°3.14 Vaciado de concreto carga en Parque Central Club Residencial.	58

Figura N°3.15	Línea de tiempo del día 08 de Marzo en Parque Central Club Residencial.	59
Figura N°3.16	Nivel general de actividades en obra Parque Central Club Residencial.	60
Figura N°3.17	Vaciado de concreto en Edificio Corporativo GyM.	61
Figura N°3.18	Colocación de acero en columnas en Edificio Corporativo GyM.	61
Figura N°3.19	Encofrado de columnas en Edificio Corporativo GyM.	62
Figura N°3.20	Encofrado de placas en Edificio Corporativo GyM.	62
Figura N°3.21	Línea de tiempo del día 23 de Marzo en Edificio Corporativo GyM.	63
Figura N°3.22	Nivel general de actividades en obra Edificio Corporativo GyM.	64
Figura N°3.23	Presupuesto detallado correspondiente al concepto de grúa torre.	67
Figura N°3.24	Equivalente monetario de TNC.	68
Figura N°4.1	Zona de habilitación de acero. Parques de San Martín.	81
Figura N°4.2	Traslado del acero longitudinal. Parques de San Martín.	82
Figura N°4.3	Almacenamiento de mallas de acero electro soldadas. Parques de San Martín.	84
Figura N°4.4	Colocación de malla de acero electro soldado. Parques de San Martín.	84
Figura N°4.5	Bloques de concreto. Parques de San Martín.	86
Figura N°4.6	Traslado de bloques de concreto. Parques de San Martín.	87

Figura N°4.7 Vaciado de concreto con balde metálico. Parques de San Martín.	89
Figura N°4.8 Camión mixer. Parques de San Martín.	89
Figura N°4.9 Minicargador trasladando barras de acero.	92
Figura N°4.10 Rigger exterior asegurando carga de barras de acero.	92
Figura N°4.11 Barras de acero llegando a la zona de producción.	92
Figura N°4.12 Rigger exterior asegurando la carga de barras de acero.	92
Figura N°4.13 Zona de acopio de las barras de acero.	92
Figura N°4.14 Rigger interior recibiendo la carga.	94
Figura N°4.15 Acero longitudinal en zona de acopio.	94
Figura N°4.16 Rigger exterior con su ayudante exterior asegurando carga.	95
Figura N°4.17 Zona de acopio de mallas electro soldadas.	96
Figura N°4.18 Rigger exterior y ayudante acomodando las mallas electrosoldadas.	96
Figura N°4.19 Zona de acopio de mallas electro soldadas.	97
Figura N°4.20 Rigger interior recibiendo la malla electro soldada.	97
Figura N°4.21 Zona de acopio de bloques de concreto.	99
Figura N°4.22 Rigger exterior cargando bloques de concreto.	99
Figura N°4.23 Zona de acopio de bloques de concreto.	100
Figura N°4.24 Rigger interior descargando bloques de concreto.	100
Figura N°4.25 Rigger exterior maniobrando el balde de concreto.	102
Figura N°4.26 Cuadrilla de vaciado en la zona de producción.	102
Figura N°4.27 Rigger ext. Maniobrando el balde.	104

Figura N°4.28 Cuadrilla vaciando concreto.	104
Figura N°4.29 Rigger exterior esperando al llenado del balde de concreto.	104
Figura N°4.30 Rigger exterior maniobrando el balde.	106
Figura N°4.31 Rigger exterior haciendo señales al gruista.	106
Figura N°4.32 Cuadrilla de vaciado en la zona de producción.	106
Figura N°5.1 Traslado de encofrado manualmente. Parques de San Martín.	111
Figura N°5.2 Amarre del encofrado a la grúa torre. Parque Central Club Residencial.	111
Figura N°5.3 Traslado del encofrado usando la grúa torre. Parque Central Club Residencial.	111
Figura N°5.4 Caja para traslado de bloques de concreto. Parques de San Martín.	120
Figura N°5.5 Caja para traslado de bloques de concreto. Parque Central Club Residencial.	120
Figura N°5.6 Módulo de casa con elementos prefabricados.	122
Figura N°5.7 Estructura de acero pre armado.	123
Figura N°5.8 Muros de concreto para fachada pre fabricados.	123
Figura N°5.9 Baños pre fabricados.	124
Figura N°5.10 Colocación de pre losas en obra.	124
Figura N°5.11 Show Room – Sala de exhibición de los sistemas de encofrados PERI en Europa.	125
Figura N°5.12 Variedad de accesorios de encofrados PERI en Europa.	126
Figura N°5.13 Grúa izando paneles en Proyecto BCP de Chorrillos.	126
Figura N°5.14 Grúa izando el encofrado de una columna.	127

Figura N°5.15	Obra en Europa con 2 frentes de trabajo.	128
Figura N°5.16	Diferentes tipos de cajones o baldes para transporte en obra.	129
Figura N°5.17	Balde para vaciado de concreto con compartimiento para transporte del rigger.	129
Figura N°5.18	Plano de ubicación de la obra Leuro.	130
Figura N°5.19	Vista 3D del modelo BIM de la obra Leuro.	131
Figura N°5.20	Vista modelada final de la obra Leuro.	131
Figura N°5.21	Grúas en el proyecto Leuro.	132
Figura N°5.22	Estado inicial de la obra Leuro.	133
Figura N°5.23	Sectorización de la obra Leuro.	134
Figura N°5.24	Zona de carga en Av. Paseo de la República.	135
Figura N°5.25	Zona de carga en Av. Benavides.	136
Figura N°5.26	Camión de prelosas en obra.	136
Figura N°5.27	Camión de prelosas en obra.	137
Figura N°5.28	Esquema para el proceso de vaciado de concreto en la obra Leuro.	138
Figura N°5.29	Esquema para el proceso de colocación de prelosas en la obra Leuro.	139
Figura N°5.30	Esquema para el proceso de acarreo de acero en la obra Leuro.	139
Figura N°5.31	Plan diario para las grúas torre en la obra Leuro.	142
Figura N°5.32	Nivel general de actividad de la obra Leuro.	143

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°3.1 Metodología de trabajo a seguir.	50
Gráfico N°3.2 Nivel general de actividades de todas las obras.	65
Gráfico N°3.3 Nivel general de actividades de las obras a analizar.	66
Gráfico N°3.4 TNC promedio.	66
Gráfico N°3.5 Diagrama de Pareto de TNC en obra Parques de San Martin.	69
Gráfico N°3.6 Diagrama de Pareto en obra Real 8 – Grúa 1.	70
Gráfico N°3.7 Diagrama de Pareto en obra Real 8 – Grúa 2.	71
Gráfico N°3.8 Diagrama de Pareto en obra Parque Central Club Residencial. 10	72
Gráfico N°3.9 Diagrama de Pareto en obra Edificio Corporativo GyM.	73
Gráfico N°3.10 Diagrama de Ishikawa para los paros por falta de mixers en obra.	74
Gráfico N°3.11 Diagrama de Ishikawa para el paro antes del arranque de actividades.	75
Gráfico N°3.12 Diagrama de Ishikawa para el paro por falta de asignación de tarea.	76
Gráfico N°3.13 Diagrama de Ishikawa para los paros por mantenimiento no programado.	77
Gráfico N°4.1 Representación simbólica del estado del material en la obra.	81
Gráfico N°4.2 Recorrido del Acero longitudinal. Parques de San Martín.	83

Gráfico N°4.3 Representación simbólica del estado del material en la obra.	83
Gráfico N°4.4 Recorrido de las mallas electro soldadas. Parques de San Martín.	85
Gráfico N°4.5 Representación simbólica del estado del material en la obra.	86
Gráfico N°4.6 Recorrido de los bloques de concreto. Parques de San Martín.	88
Gráfico N°4.7 Representación simbólica del estado del material en la obra.	88
Gráfico N°4.8 Recorrido del concreto pre mezclado. Parques de San Martín.	90
Gráfico N°4.9 Carta balance. Acero longitudinal. Parques de San Martín. 04/02/2013.	91
Gráfico N°4.10 Carta balance. Acero longitudinal. Real 8, grúa torre 1, 20/02/2013.	93
Gráfico N°4.11 Carta balance. Acero longitudinal. Real 8, grúa torre 2, 23/02/2013.	93
Gráfico N°4.12 Carta balance. Acero longitudinal. Parque Central Club Residencial, 08/03/2013.	94
Gráfico N°4.13 Carta balance. Acero longitudinal. Edificio Corporativo de GyM, 20/03/2013.	95
Gráfico N°4.14 Carta balance. Mallas de acero. Parques de San Martín, 04/02/2013.	96
Gráfico N°4.15 Carta balance. Mallas de acero. Parque Central Club Residencial, 11/03/2013.	97
Gráfico N°4.16 Carta balance. Bloques de concreto. Parques de San Martín, 30/01/2013.	99
Gráfico N°4.17 Carta balance. Bloques de concreto. Parque Central Club Residencial, 07/03/2013.	100

Gráfico N°4.18 Carta balance. Vaciado de concreto Parques de San Martín, 28/01/2013.	103
Gráfico N°4.19 Carta balance. Vaciado de concreto. Real 8, grúa 1, 22/02/2013.	105
Gráfico N°4.20 Carta balance. Vaciado de concreto. Real 8, grúa 2, 22/02/2013.	105
Gráfico N°4.21 Carta balance. Vaciado de concreto. Parque Central Club Residencial, 08/03/2013.	107
Gráfico N°5.1 Secuencia constructiva de la 1° etapa. Parques de San Martín.	113
Gráfico N°5.2 Propuesta de la secuencia constructiva de la 2° etapa. Parques de San Martín.	114
Gráfico N°5.3 Ubicación de materiales en la 1° etapa. Parques de San Martín.	114
Gráfico N°5.4 Propuesta de la ubicación de materiales en la 2° etapa. Parques de San Martín.	115
Gráfico N°5.5 Mejora de carta balance. Abastecimiento de acero. Parques de San Martín.	116
Gráfico N°5.6 Resultado de carta balance. Abastecimiento de acero. Parques de San Martín.	117
Gráfico N°5.7 Mejora de carta balance. Abastecimiento de mallas. Parques de San Martín.	118
Gráfico N°5.8 Resultado de carta balance. Abastecimiento de mallas. Parques de San Martín.	118
Gráfico N°5.9 Resultado de carta balance. Vaciado de concreto. Parques de San Martín.	121
Gráfico N°5.10 Comparativo de nivel general de actividades entre obras.	144

Gráfico N°5.11 Comparativo de tiempo no contributorio promedio entre obras.	145
Gráfico N°5.12 Nuevo promedio de TNC.	145

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

- AASA** : Aceros Arequipa.
- ACAB** : Personal que se encarga de darle el acabado a la losa de concreto.
- AYU EXT**: Ayudante que se encuentra en una zona exterior a la edificación.
- AYU INT** : Ayudante que se encuentra en una zona interior a la edificación.
- ECGYM** : Obra Edificio Corporativo Graña y Montero.
- MDL** : Muro de ductilidad limitada.
- NGA** : Nivel general de actividades.
- PCCR** : Obra Parque Central Club Residencial.
- PSM** : Obra Parques de San Martin.
- R8** : Obra Real 8.
- RIG EXT** : Rigger que se encuentra en una zona exterior a la edificación.
- RIG INT** : Rigger que se encuentra en una zona interior a la edificación.
- TC** : Tiempo contributorio.
- TNC** : Tiempo no contributorio.
- TP** : Tiempo productivo.
- VIB** : Personal que se encarga del vibrado del concreto en obra.
- CAR** : Personal que carga el motor del vibrador de concreto durante el vaciado.

INTRODUCCIÓN

A través de la historia, el ser humano se ha visto en la necesidad de crear elementos que le permitan trabajar y vivir de forma más cómoda y rápida, esto lo ha llevado a desarrollar una serie de herramientas, equipos y maquinarias cada vez más sofisticados. La industria de la construcción no ha sido la excepción a este proceso de cambio, mostrando una tendencia al empleo de maquinarias que hacen que el proceso de construcción sea más rápido, fácil, de mayor calidad y de menor costo, mejorando la productividad.

De acuerdo a los datos demográficos y de densidad poblacional actuales, el Perú tiene que satisfacer un déficit habitacional grande especialmente dentro de la ciudad de Lima, ante esto la construcción de viviendas masivas ha sufrido un paulatino aumento en los últimos años disparándose así el mercado inmobiliario. La tendencia mundial es construir viviendas en altura para ganar espacio, como los edificios construidos en China y otros países desarrollados. Para trabajar mejor en altura se usa la grúa torre, en esta parte se incluyen datos de la demanda actual que tienen las grúas torre en el mercado de la construcción para países donde la construcción es industrializada y en países sudamericanos donde se ve una demanda aun baja especialmente en países con el nuestro. La grúa torre es un equipo fundamental en las obras de gran altura por su versatilidad y la facilidad con que permite ejecutar los procesos constructivos transformándose en mejoras para los proyectos.

De forma específica, en la edificación en altura ha sido fructífero el desarrollo de las grúas torre, ya que desde sus primeras apariciones, vino a revolucionar por

completo las técnicas de construcción existentes, logrando consolidarse como un elemento imprescindible en construcciones de gran altura.

En toda obra se realizan diversas actividades a lo largo del día que pueden clasificarse en tipos de trabajo de acuerdo a si estos aportan directamente, indirectamente, o no aportan a la producción en obra generando pérdidas en la producción, en este contexto se situara a la grúa torre y se estudiara el trabajo que esta realiza para la obra.

CAPÍTULO I: EDIFICACIÓN EN ALTURA, CONTEXTO ACTUAL

1.1 EDIFICIOS MÁS ALTOS DEL MUNDO

Es común escuchar la palabra rascacielos para edificios que se destacan por su altura, esta palabra es proveniente de los Estados Unidos (skyscrapers, que significa edificio muy alto). Creados en Chicago y perfeccionados en Nueva York, los rascacielos fueron una creación estructural que revolucionó el panorama urbano de los últimos cien años, siendo hoy en día un símbolo de modernidad en todo el mundo. En la Tabla N°1.1 se encuentran algunas de las principales obras de ingeniería civil en lo que respecta a alturas imponentes.

Tabla N°1.1 Edificios más altos del mundo.

Edificio	Altura (m)	País
Burj Khalifa	828	Emiratos Árabes Unidos
Taipei 101	509	Taiwán
Shanghai World Financial Center	492	China
Torres Petronas	452	Malasia
Torre Sears	442	Estados Unidos

Fuente: Los 5 edificios más altos del mundo.
(<http://skyscrapers.com/>).

A continuación se muestra en la Figura N°1.1 un esquema figurativo de las obras mencionadas anteriormente ordenadas de acuerdo a su altura.

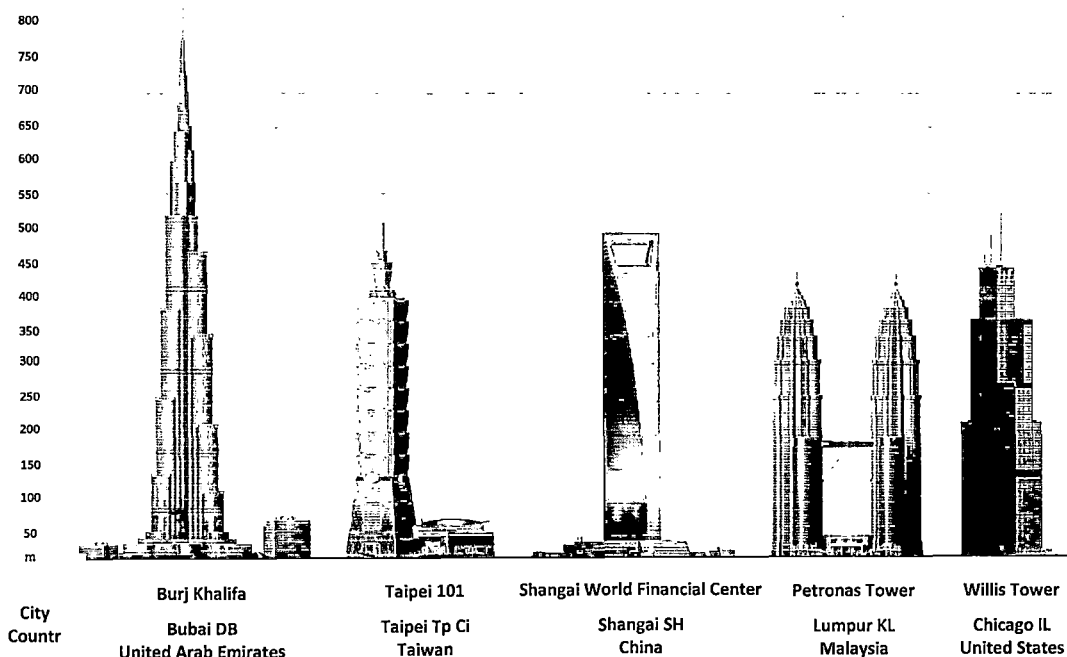


Figura N°1.1 Edificios más altos del mundo.

Fuente: Los 5 edificios más altos del mundo.
(<http://skyscrapers.com/>).

Estos son actualmente algunos de los edificios más altos del mundo; no obstante, existen numerosos proyectos que superarán estas construcciones como aquel que se comenzó a construir en China en Julio del 2013, este es denominado "Sky City", el cual tendrá 838m y tiene un uso destinado bastante variado con un área de más de un millón de metros cuadrados, que en los pisos bajos se dedicarán a oficinas y los pisos altos están destinados a ser usados como apartamentos y hoteles.

1.2 EDIFICIOS MÁS ALTOS EN EL PERÚ

En el Perú se observa últimamente la realización de grandes proyectos como el reciente y más grande edificio de la Torre BBVA, sin embargo aún existe una brecha importante entre las edificaciones de países desarrollados y países en vías de desarrollo como Perú, no sólo por su tecnología y altura, sino también en su misma construcción. Los edificios más altos en el Perú bordean los 100 metros aproximadamente, así se muestra en la Tabla N°1.2:

Tabla N°1.2 Edificios más altos en el Perú.

Edificio	Altura (m)
Torre BBVA Continental	132
The Westin Lima Hotel & Convention Center	120
Torre Centro Cívico	109
Torre Chocavento	107
JW Marriott Hotel Lima	92

Fuente: Rascacielos del Perú.
(<http://skycrapers.com/>).

1.3 ANÁLISIS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

El sector de la construcción es un importante pilar del desarrollo económico en el Perú, este sector presenta un crecimiento entre el 15% al 18% anual (A Julio del 2013); según el presidente del Fondo Mi Vivienda (FMV), la meta para el actual período gubernamental es colocar 500.000 nuevas viviendas, 300.000 títulos de propiedad, 20 nuevas ciudades auto sostenibles y generar 2.000 hectáreas de suelo urbano. En Lima Metropolitana y el Callao el 80% de lo que se construye son viviendas, y esto se debe a que la ciudad tiene muy poca zonificación para

actividades distintas a la vivienda. Este porcentaje ha ido en aumento en la última década y presenta una tendencia creciente en el tiempo (ver Tabla N°1.3).

Tabla N°1.3 Porcentaje de la actividad edificadora destinado a viviendas.

Año	% Actividad Edificadora Correspondiente a Viviendas
2009	71,15
2010	73,97
2011	77,43
2012	80

Fuente: XVII Estudio del Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao. CAPECO.

1.4 DÉFICIT HABITACIONAL EN EL PERÚ.

1.4.1 Déficit cuantitativo

Teóricamente se define como la cantidad de viviendas que se necesita construir, reponer y/o reemplazar en el país, primero, para satisfacer las necesidades de viviendas de los hogares secundarios que aspiran a adquirir una, y segundo para reponer viviendas que no son adecuadas para habitación humana, Figura N°1.2.

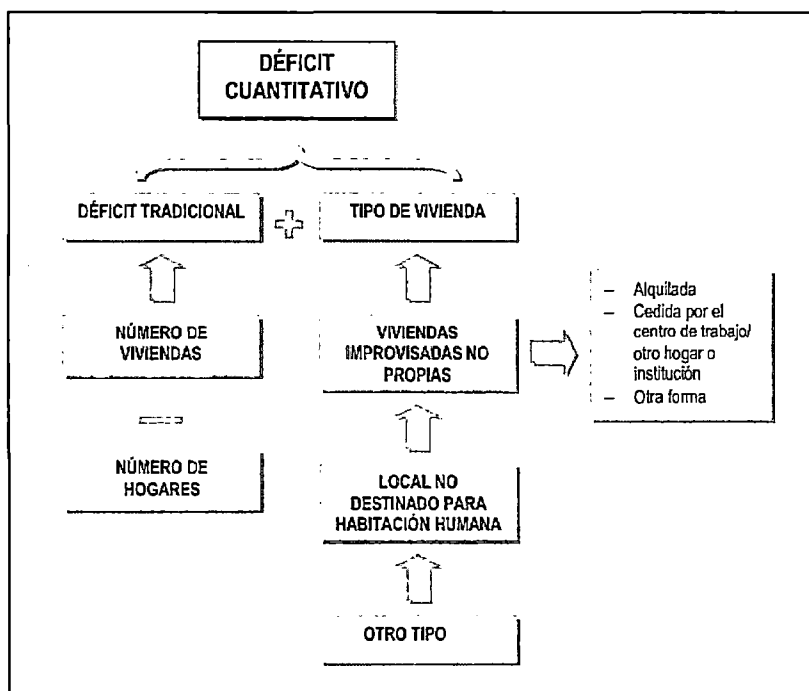


Figura N°1.2 Déficit Cuantitativo en el Perú.

Fuente: Mapa del Déficit Habitacional a Nivel Distrital. INEI.

1.4.2 Déficit cualitativo

El déficit cualitativo es el otro componente del déficit habitacional cuyo objetivo es cuantificar las deficiencias existentes en la calidad de la vivienda en cuanto a su materialidad (paredes y pisos), espacio habitable (hacinamiento) y el acceso adecuado a servicios básicos principales (agua potable, desagüe y electricidad), se puede apreciar en la Figura N°1.3 la estructura de la cual se compone.

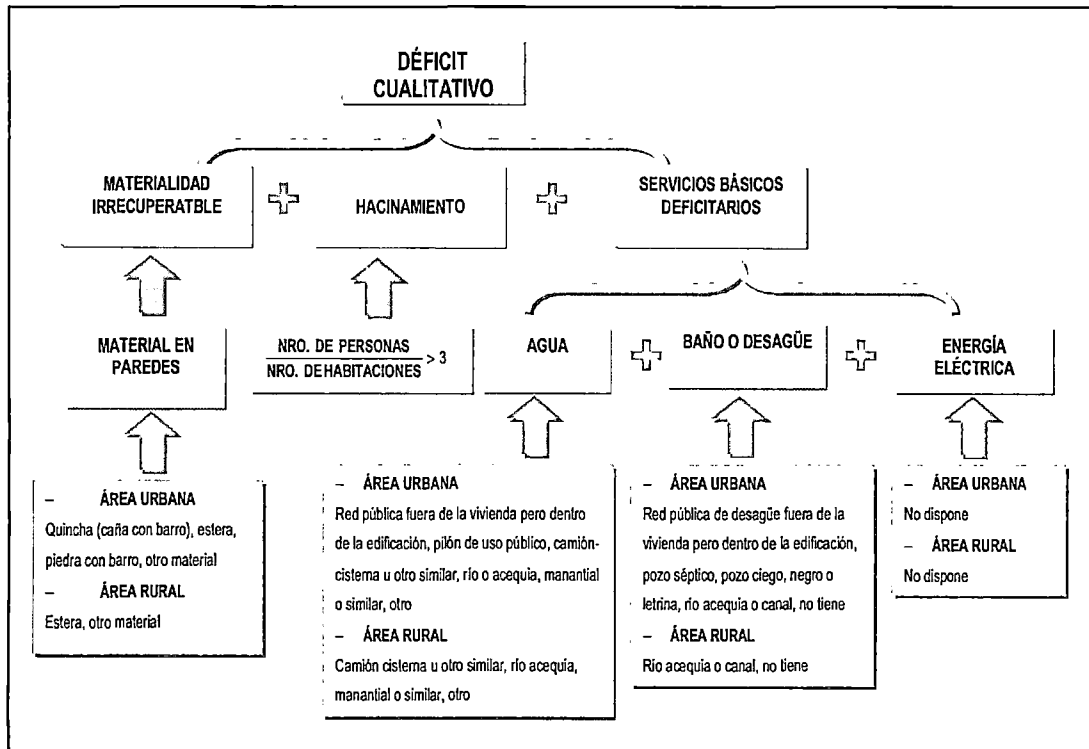


Figura N°1.3 Déficit Cualitativo en el Perú.

Fuente: Mapa del Déficit Habitacional a Nivel Distrital. INEI.

1.4.3 Déficit habitacional

Se denomina déficit habitacional al conjunto de necesidades insatisfechas de la población en el ámbito habitacional, son de diferente tipo y cada una de ellas responde a necesidades específicas de vivienda: en cuanto a cantidad, para asegurar la autonomía residencial de los hogares existentes y en cuanto a calidad, considerando su estructura material o espacial, así como al adecuado acceso a los servicios básicos principales como son agua, energía eléctrica y baño o desagüe, en la Figura N°1.4 se muestra un esquema representativo.

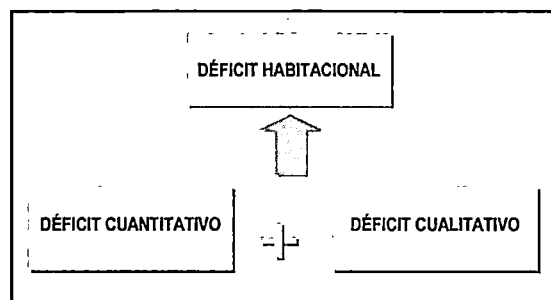


Figura N°1.4 Déficit Habitacional en el Perú.

Fuente: Mapa del Déficit Habitacional a Nivel Distrital. INEI.

Según los resultados obtenidos por el INEI al año 2007 revelaban que a nivel nacional el déficit habitacional ascendía a 1 millón 860 mil 692 viviendas de los cuales más de 1 millón se centraba en la parte urbana (ver Figura N°1.5), actualmente se calcula un déficit de 1 millón 900 mil viviendas según el INEI al año 2013.

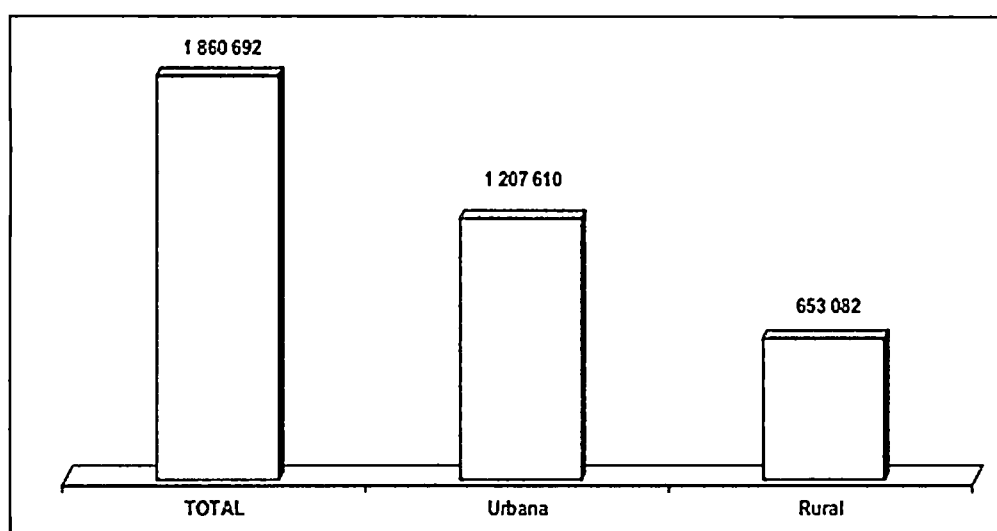


Figura N°1.5 Déficit habitacional, según área de residencia.

Fuente: Mapa del Déficit Habitacional a Nivel Distrital. INEI.

En términos absolutos el departamento de Lima es el que presenta mayor déficit habitacional con 444 mil 2 viviendas, seguido de Piura con 127 mil 776 viviendas, Cajamarca con 108 mil 361 viviendas, Puno con 103 mil 800 viviendas y La Libertad con 91 mil 340 viviendas. Como se observa más de la tercera parte del déficit urbano se encuentra en la ciudad de Lima, mientras que las demás se encuentran dispersas en las demás ciudades del país de manera no equitativa.

En el periodo 2005-2010 el promedio de la esperanza de vida al nacer en Latinoamérica fue de 73.4 años, destacando algunos extremos como Costa Rica, Chile y Cuba con cifras por encima de los 78 años, mientras que Bolivia y Haití muestran valores por debajo de los 66 años. La mayoría de los países, entre ellos el Perú, muestran una esperanza de vida al nacer dentro del rango de 70 a 76 años.

Desde 1940 la ocupación del territorio en el país ha estado marcada por una tendencia a la urbanización. Los flujos migratorios se evidencian, primero, a través de un acelerado crecimiento de la población de las áreas urbanas, por acción de la tasa de migración más que por la tasa de crecimiento natural; así como de un lento crecimiento y una pérdida relativa de población de las áreas rurales, pese a su alta tasa de crecimiento vegetativo. La población peruana entre 1940 y el 2007 pasó de una población mayoritariamente rural en 1940, con 65 por ciento de población residente en áreas rurales, a una población predominantemente urbana en el 2007, con el 76 por ciento de población urbana, este es un gran cambio que tiende a mantenerse debido en gran parte a las facilidades que encuentran las personas en base a los servicios con los que cuentan.

Si bien es cierto que la urbanización es un proceso de redistribución de la población que se produce en todo el territorio nacional, en forma paralela se observa la concentración de la población en Lima Metropolitana, que en 1940 albergaba al 10.4% de la población, aumentando al 18.6% para 1961, hasta alcanzar al 28.7% en 1993 y 30.9% en el 2007.

1.5 EL SECTOR INMOBILIARIO EN EL PERÚ

El mercado de la construcción tiene una importancia muy relevante dentro de la economía Peruana, pues produce la infraestructura física en casi todos los sectores económicos; en sí mismo tiene una participación muy notable dentro del producto y la inversión nacional. Como respuesta a la rápida urbanización que el país ha ido teniendo, la oferta y demanda en el mercado inmobiliario se encuentra muy activo.

Desde inicios de la presente década, el sector inmobiliario peruano ha experimentado un auge significativo cuya demanda se ha visto favorecida por diversos factores tales como:

- Aumento de los ingresos de las familias.
- Mayores facilidades crediticias para adquirir una vivienda (tasas de interés más bajas y mayores plazos).
- El déficit habitacional que existe en Perú.

Por el lado de la oferta, el sector inmobiliario se muestra atractivo debido a:

- La rentabilidad que ofrece.
- La creciente demanda del mercado.
- La mayor proporción de viviendas que se venden antes de terminadas, lo que reduce el costo financiero del constructor.

Las perspectivas futuras del sector inmobiliario peruano son favorables. En este sentido, se espera que la demanda efectiva de viviendas continúe elevándose en los próximos años; con la actual expansión económica, los ingresos de las familias peruanas se han incrementado de manera significativa en los últimos años. Esto ha apoyado el aumento de la demanda efectiva de vivienda.

Para explicar completamente esta mayor demanda efectiva de viviendas, hay que añadir dos consideraciones. La primera se refiere al déficit habitacional, que en Perú asciende a 1,8 millones de viviendas. Este número se incrementa en 40 mil viviendas cada año con la formación de nuevas familias que buscan un lugar donde vivir. Asimismo, cabe señalar que la evolución de los ingresos y del nivel de empleo en el sector formal ha incrementado el número de sujetos de crédito para el financiamiento de viviendas a través del sistema financiero, lo que colabora de manera directa a una mayor demanda.

La mayor parte de la demanda de viviendas se concentra en los segmentos de poder adquisitivo medio, por lo que el mayor potencial de este mercado se encuentra en la construcción de viviendas de orden social o viviendas masivas como comúnmente se les llama. Es importante observar el dinamismo que tiene

el mercado de viviendas y la falta de terrenos para la construcción de nuevos edificios que atiendan a este mercado dentro de Lima.

Las ciudades con obras de mayores alturas aumentan de número debido a la falta de área para construir en nuevos terrenos, del estudio que realiza la Cámara Peruana de la Construcción anualmente se muestra que en nuestro país la mayor hacinación de personas y por ende de edificios altos se da en las urbes de la ciudad de Lima, estas construcciones buscan cambios de acorde a su necesidad, nuevos materiales, nuevos equipos, nuevas herramientas; así como también se apoya en la parte ingenieril y de planeamiento de las personas que las ejecutan.

Estas nuevas necesidades generadas traen como repercusión una serie de cambios en la ejecución de las obras y la necesidad de procesos constructivos que sigan de acorde a los principios de mejora continua que permitan innovar y desarrollar técnicas constructivas empleando los recursos con los que se cuentan más efectivamente, así como recursos además de la mano de obra y los materiales se deben tener en mente las herramientas y maquinarias que se emplean por el costo que representan dentro de las diversas partidas.

1.6 NUEVOS EQUIPOS EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

1.6.1 Ventaja del uso de nuevos equipos

Cada vez los plazos de las obras se reducen más, por lo que el uso de nuevas técnicas de construcción que permitan ejecutar la obra en un menor plazo es una forma de diferenciarse, una de las soluciones por las que optan las empresas es por la adquisición de nuevos equipos que les permitan construir de una manera más rápida y segura, llegando a crear nuevos sistemas constructivos.

Las principales ventajas del uso de equipos en la construcción:

- ✓ Reducción del plazo.
- ✓ Reducción del costo.
- ✓ Más alternativas de sistemas constructivos.

- ✓ Mayor control y confiabilidad sobre los costos previstos.
- ✓ Menos mano de obra.
- ✓ Menores gastos administrativos y de seguridad.
- ✓ Mayor personal especializado en obra.

Uno de los equipos que se está optando por utilizar dentro de la construcción de obras alrededor del mundo son las grúas torre o "Tower cranes" en inglés; estas han entrado al mercado peruano hace algunos años mostrando buenos resultados, por lo que su demanda está subiendo en los proyectos.

1.6.2 Demanda de grúas torre en la construcción

En los últimos años se puede observar la gran oferta y demanda de equipos y sistemas de construcción que están renovándose y modernizándose constantemente, hoy en día existe gran demanda de grúas torre para la construcción en altura debido a que son herramientas de gran utilidad para las edificaciones de este tipo; las grúas torre son unos de los equipos con mayor demanda por empresas constructoras, la demanda en los países desarrollados haciendo a un gran número de grúas torre para cubrir las necesidades de sus proyectos, en la Tabla N°1.4 se indica la cantidad de grúas que se emplearon en el año 2012:

Tabla N°1.4 Demanda del mercado actual de grúas torre en el mundo.

País	#Grúas torre usadas
España	25000
Alemania	15000
Francia	10000
Italia	10000
Portugal	2500

Fuente: Análisis del Uso de Grúas Torre en Edificaciones. Ing. Omar Alfaro.
Centro Corporativo de Aprendizaje GyM. 2012.

En contraste con esa realidad, en los países de Sudamérica el número de grúas torre empleadas son mucho menor, en la Tabla N°1.5 se observa la demanda de algunos países incluyendo el Perú.

Tabla N°1.5 Demanda del mercado actual de grúas torre en Sudamérica.

País	#Grúas torre usadas
Brasil	1200
Chile	1060
Colombia	800
Perú	180
Argentina	150

Fuente: Análisis del Uso de Grúas Torre en Edificaciones. Ing. Omar Alfaro.
Centro Corporativo de Aprendizaje GyM. 2012.

1.7 LA IMPORTANCIA DE LAS GRÚAS TORRE

En la actualidad la tendencia de los proyectos es lograr mayores alturas, por lo que muchas empresas constructoras optan por la adquisición de grúas torre para afrontar este cambio y solucionar el problema de transporte vertical y horizontal de la manera más rápida posible.

Estas grúas tienen un elevado costo, por lo que surge la necesidad de saber si la inversión está bien direccionada y si los recursos se están aprovechando de la manera más adecuada en relación con la producción.

Las grúas son muy importantes en la ejecución de las obras ya que permiten dar inicio a muchos procesos en obra y ejecutarlos de una manera más rápida.

Dentro de los principales procesos para los que se emplean estas grúas se tienen al traslado de accesorios, colocación de encofrados pre armado, colocación de armaduras de acero y como el más repetitivo en obra el vaciado de concreto; este procedimiento de vaciar concreto con la grúa torre es una práctica que se realiza constantemente, el uso de grúa como equipo de vaciado permite que el vaciado no se haga dependiente del armado de la bomba y el uso de grúa en elementos verticales permite reducir el volumen de desperdicio de concreto por efecto de la tubería, además en estructuras esbeltas es mucho más recomendable el empleo de grúas torre ya que las bombas no permiten la adecuada colocación y compactación de la mezcla de concreto.

CAP II TIPIFICACION ESTRUCTURAL DE LAS OBRAS ESTUDIADAS

2.1 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ESTUDIADOS

Es importante esclarecer las principales características estructurales de las obras estudiadas para tener claro los procedimientos constructivos que se realizan en la ejecución de la obra y a la vez tener en cuenta los recursos utilizados.

Cuando se menciona a viviendas masivas, se sobre entiende que el sistema constructivo es de muros de ductilidad limitada (MDL), el cual junto a una adecuada modulación, ofrece una serie de ventajas tales como mejorar los rendimientos y disminuir los costos de construcción mediante la producción continua de unidades similares, disminuir el recorrido en las instalaciones, cambio en el tipo de acabado de los muros y simplificar los controles de calidad de los procesos, logrando así un ahorro en cada actividad lo cual permite que el proyecto sea viable.

En el caso de las oficinas, se suele construir con un sistema aporticado. Este es un sistema estructural que permite tener áreas libres que suelen emplearse como estacionamientos, o puede permitir que la distribución arquitectónica de ambientes cambie fácilmente, variando solamente las posiciones de los tabiques interiores.

También se suele construir con albañilería confinada, siendo el sistema constructivo más usado en la autoconstrucción, por la facilidad de encontrar mano de obra no calificada, el poco encofrado que se usa y lo barato que resultan los materiales.

2.1.1 Sistema Constructivo de Muros de Ductilidad Limitada

Este es un sistema no convencional el cual generó un cambio en la Norma de Diseño Sismoresistente E030 introduciendo el término de ductilidad limitada. Es importante señalar con claridad que este sistema de muros de concreto permite obtener edificios con gran rigidez lateral y gran resistencia frente a acciones sísmicas. Resulta muy conveniente en relación a los edificios aporticados, por su

mayor rigidez y resistencia y resulta más atractivo que los edificios de albañilería portante, por el hecho de lograr con menos espesor más resistencia y evidentemente mayores espacios. Es necesario mencionar que en muchos edificios hay una muy buena densidad de muros en una dirección, pero una deficiente densidad en la dirección transversal, por lo que no se puede generalizar que en todos los casos los muros sean de 10 cm; en la dirección transversal es posible que se requiera muros de 12 ó 15 cm, si hay poca densidad de muros. Es posible encontrar edificios de siete pisos se tengan muros de 10 cm y también es posible tener edificios de 14 ó 15 pisos con muros de espesor variable que comienzan con 20 ó 15 cm en los primeros niveles y terminando con 10 ó 12 cm en los últimos. Las dificultades de tener espesores reducidos se advierte en las obras, por los defectos del vaciado del concreto, debido al poco espesor que tienen sus elementos se advierten problemas de cangrejas y segregación, siendo importante controlar y reparar estos defectos. Es posible que sea mejor engrosar ligeramente los muros y tener menos problemas en el vaciado. Otro problema son los accesos para estacionamientos, pues los muros delgados deben partir desde la cimentación, lo que impide el diseño de estacionamientos. Una solución es diseñar una losa de transferencia, pero no es económico. Lo que se suele hacer es ubicar los estacionamientos en las afueras de la edificación.

En las obras visitadas, el sistema de muros de ductilidad limitada tiene un proceso constructivo muy particular, pues se vacía concreto de los muros y losas a la vez, lo cual se realiza usualmente con un balde transportado por la grúa torre, esto genera un sistema monolítico y se tiene un avance de concreto por sectores más rápido y ordenado. Como refuerzo de los elementos verticales se usa mallas electro soldadas (ver Figura N°2.1 y N°2.2).



Figura N°2.1 Zona de acopio de mallas electro soldadas. Obra: Parque Central Club Residencial

Fuente: Elaboración propia.

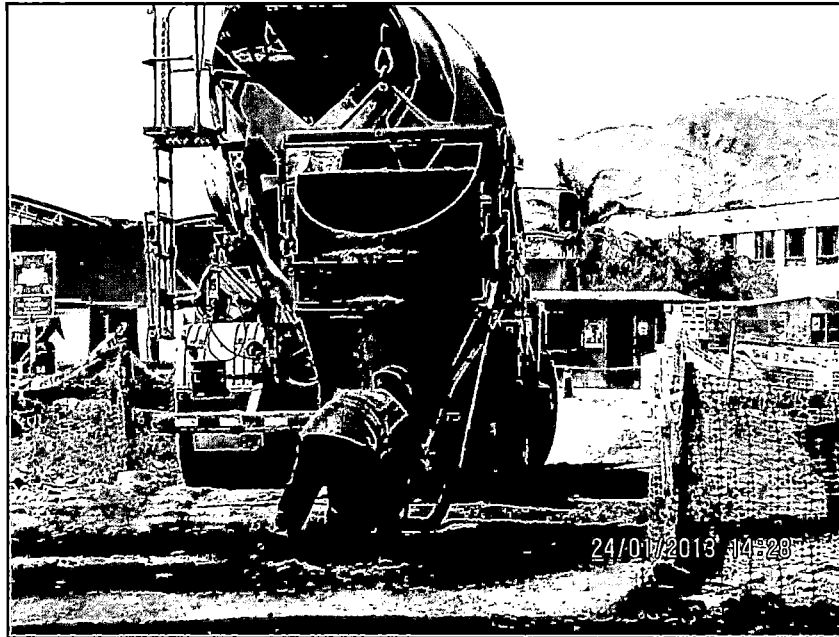


Figura N°2.2 Balde de concreto. Obra: Parques de San Martín de Porres
Fuente: Elaboración propia.

VIVIENDAS MASIVAS: son el conjunto habitacional de gran escala los cuales suelen ser arquitectónicamente típicos en altura. Como estas viviendas serán vendidas por metro cuadrado, se procura ganar espacio utilizando muros delgados. Además, la distribución arquitectónica suele ser simétrica para modular algunos recursos usados en la construcción, como es el encofrado (ver Figura N°2.3).

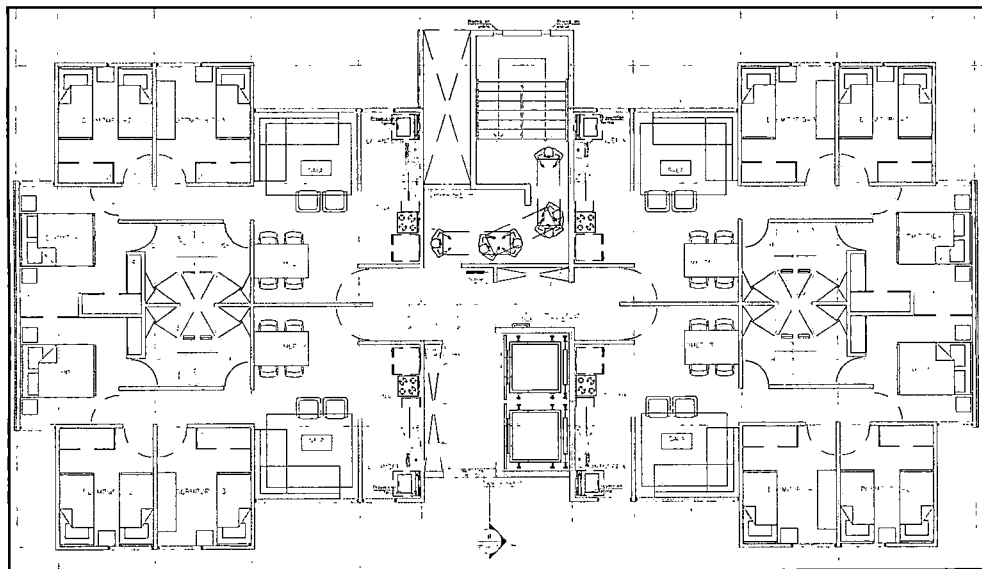


Figura N°2.3 Plano de arquitectura, Torre B, piso típico del 7mo al 12vo. Parques de San Martín.
Fuente: Plano de Arquitectura del Piso 7. Parques de San Martín

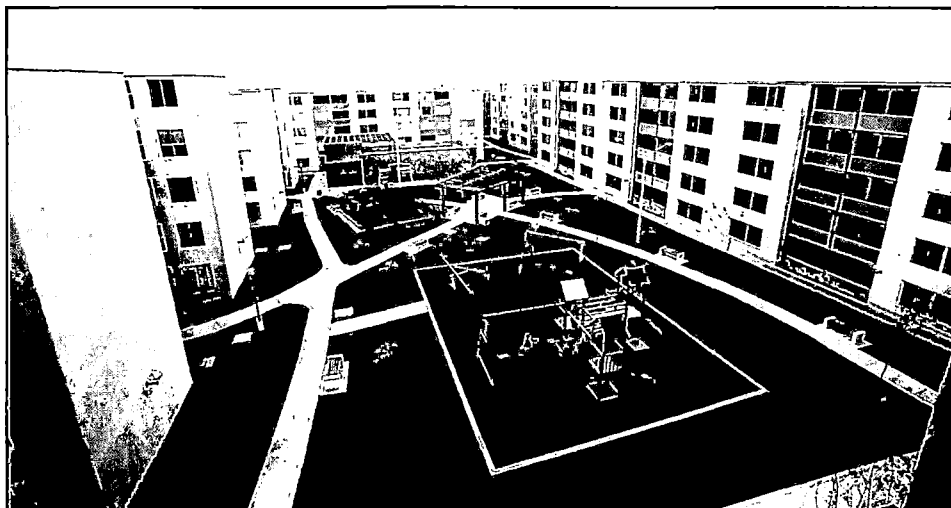


Figura N°2.4 Avances de Junio 2013. Obra: Parques de Villa El Salvador
Fuente: Inmobiliaria Viva GyM. (www.vivagym.com.pe)

En el diseño de las viviendas masivas, existen áreas comunes, las cuales servirán como áreas de recreación, reunión y accesos para los vecinos (ver Figura N°2.4). Estas áreas libres se utilizan, en la etapa constructiva, como sectores de almacenes, zona de habilitación, áreas de servicios higiénicos, zona de mezclado de concreto, lugar de posicionamiento de camiones mixer, ubicación de la grúa torre, etc. Esto quiere decir que el espacio no es un problema con el cual lidiar en la etapa de ejecución del proyecto.

2.1.2 Sistema Constructivo Aporticado

Es un sistema conformado por la unión ortogonal de vigas y columnas, formando marcos. Este sistema permite que por medio de la unión de una serie de marcos rectangulares, se realice un entramado de varios pisos. Este sistema tiene las ventajas de permitir ejecutar todas las modificaciones que se requieran al interior de la vivienda u oficina (ver ejemplo en Figura N°2.5), ya que los muros o tabiques no soportan el peso del nivel superior, teniendo la posibilidad de ser demolidas y reconstruidas sin temor alguno a dañar o perjudicar la capacidad estructural de la edificación. Este sistema también tiene la ventaja de mantener la continuidad de sus elementos estructurales verticales (columnas y placas) desde la cimentación hasta los últimos pisos y así permitir utilizar los sótanos como estacionamientos.

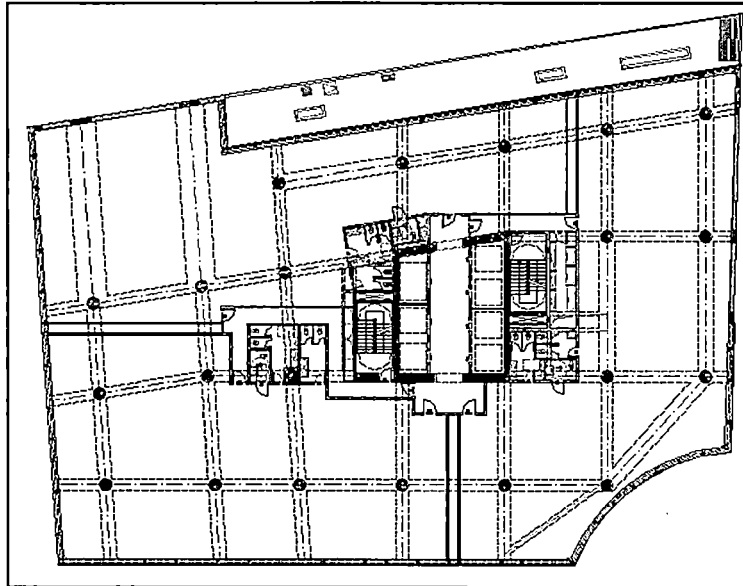


Figura N°2.5 Plano de estructuras, piso 4 típico. Real 8.

Fuente: Plano E-20 ENCOFRADO

2.1.3 Sistema Constructivo de Albañilería Confinada

La albañilería confinada es la técnica de construcción que se emplea normalmente para la edificación de una vivienda. En este tipo de construcción se utilizan ladrillos de arcilla cocida, columnas de amarre, vigas soleras, etc (ver Figura N°2.6). Su sistema constructivo consiste en la construcción del muro de ladrillo, luego se procede a vaciar el concreto de las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas de amarre.



Figura N°2.6 Albañilería confinada.

Fuente: Manual Maestro. Obra de Aceros Arequipa

Debido a la presencia de muros portantes, el tipo de cimentación que se usa generalmente es cimiento corrido, seguido de un sobrecimiento (ver Figura N°2.7). Luego se construye el muro de ladrillos, el cual será portante. Cabe resaltar que no se debe usar ladrillos pandereta para estos muros.

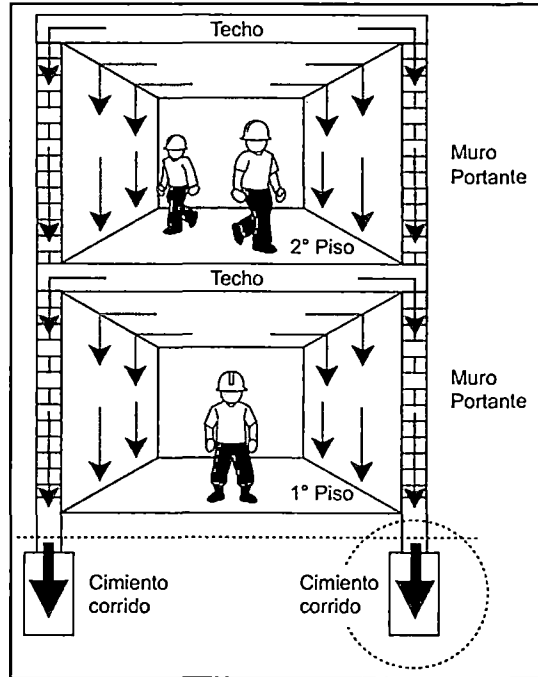


Figura N°2.7 Proceso de transferencia de carga
Fuente: Manual Maestro de Obra. Aceros Arequipa

Finalmente, se vacía el concreto de la losa (que normalmente es aligerada) y las vigas, todo al mismo tiempo. Es importante resaltar que los muros portantes deben estar totalmente confinados por columnas y vigas de amarre de concreto armado (ver Figura N°2.8).

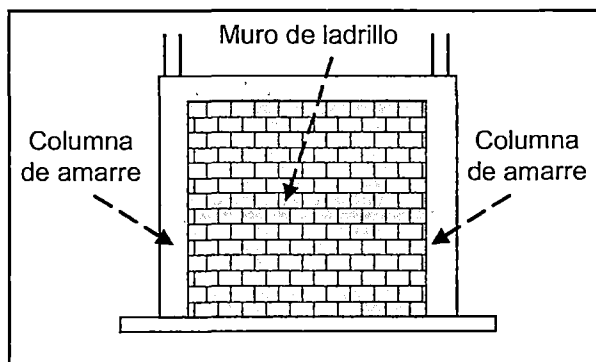


Figura N°2.8 Muro portante confinado
Fuente: Manual Maestro de Obra. Aceros Arequipa

2.2 CARACTERIZACION DE LAS OBRAS ESTUDIADAS

2.2.1 Parques de San Martín de Porres

Este proyecto es un conjunto de viviendas masivas, ubicado en la Av. 10 de Junio s/n Cdra. 8 (al lado del C.C. Gran Caquetá Plaza), en el distrito de San Martín de Porres (ver Figura N°2.9). El proyecto consta de 18 edificios de 5, 10 y 12 pisos. Tiene la capacidad de 352 estacionamientos y un área verde total de $5177.88m^2$.

El sistema constructivo es de Muros de Ductilidad Limitada para todos los bloques de 5, 10 y 12 pisos. Los estacionamientos son distribuidos a los alrededores de los bloques así como sus áreas verdes. Las viviendas tienen áreas de $59.2 m^2$, $64.20 m^2$, $64.60 m^2$ y $58.5 m^2$.

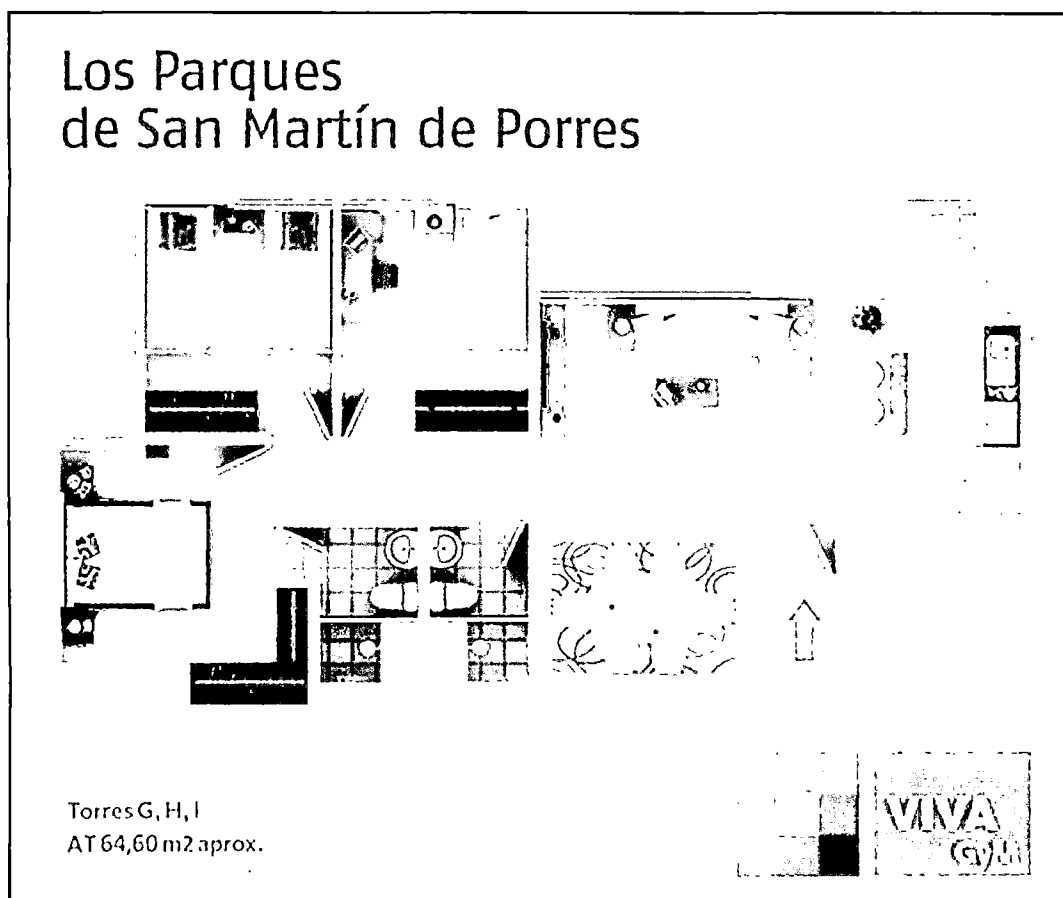


Figura N°2.9 Plano de distribución típico. Parque Central Club Residencial
Fuente: Inmobiliaria Viva GyM. (http://www.vivagym.com.pe/info_proyecto.aspx?id=8)

El estudio del trabajo de la grúa torre se realizó cuando se estaba construyendo el piso 11 de una torre de 12 pisos (distancia vertical de la base de la grúa al NPT es de 24 metros) (ver Figura N°2.10) y se daba inicio a la construcción de otra torre aledaña de la misma cantidad de pisos, esto es en las fechas siguientes: 28/01/13, 30/01/13, 04/02/13 y 06/02/13. El tipo de grúa es una MC 115 B (ver Anexo 2). Durante la toma de datos, la grúa torre no cambio de lugar, ni de operador, ni ocurrió algún cambio que pudiese afectar los datos tomados. En la figura N°2.11 se muestra el modelo 3D de este proyecto.

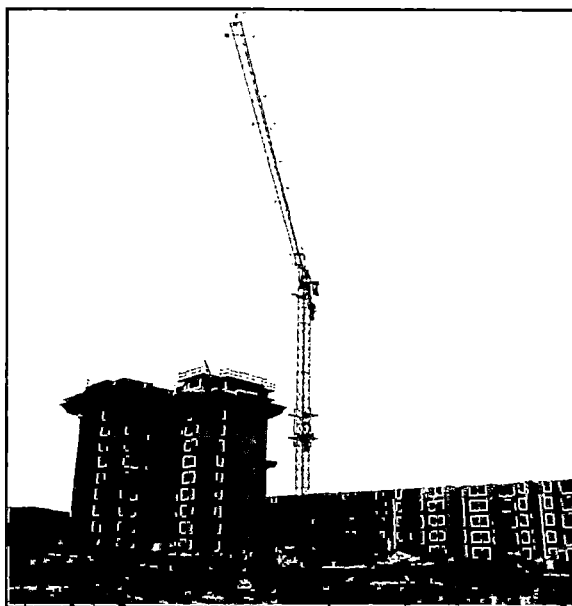


Figura N°2.10 Grúa torre en obra Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°2.11 Modelo 3D del Proyecto Parques de San Martín

Fuente: Inmobiliaria Viva GyM. (www.vivagym.com.pe)

2.2.2 Parque Central Club Residencial

Este condominio privado se encuentra ubicado en la calle Presbítero García Villon cdra. 6 s/n cdra. 5 de Av. Oscar Benavides (ex Colonial), Cercado de Lima. El proyecto cuenta con 19 edificios de 96 departamentos y 3 edificios de 48 departamentos, todos ellos entre 12 y 15 pisos, más de 15000 m² de parques y áreas verdes así como 722 estacionamientos, dos canchas deportivas, piscina de adultos y niños, gimnasio, etc (ver Figura N°2.12). El proyecto cuenta con departamentos desde 67 a 72 m². La ejecución del proyecto tuvo inicio el 14/09/09 con un plazo inicial de 1634 días.



Figura N°2.12 Modelo digital 3D. Parque Central Club Residencial

Fuente: Inmobiliaria Viva GyM. (<http://www.vivagym.com.pe/>)

El sistema constructivo usado para este proyecto es de MDL, con muros de espesores de 10 y 15 cm. La visita a la obra se realizó cuando el proyecto estaba culminando su etapa de construcción (distancia vertical de la base de la grúa al NPT es de 33.60 metros), exactamente el último edificio de 15 pisos (ver Figura N°2.13), el tipo de grúa es una MC 115 B (ver Anexo 2). El estudio del trabajo de la grúa torre tuvo fechas 07/03/13, 08/03/13, 09/03/13 y 11/03/13.



Figura N°2.13 Construcción de edificio de 15 pisos. Parque Central Club Residencial

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Real 8

Este proyecto se encuentra ubicado en la intersección de la Av. Santo Toribio y la Alameda Via Central del Centro Empresarial, Sector 47N, en la Manzana 94, Unidades 8 y 9, de la Urbanización Fundo Conde de San isidro, en el Distrito de San Isidro. El proyecto consta de una edificación de 16 pisos (ver Figura N° 2.14) en la cual albergara 32 oficinas en total del 2° al 16° piso y 2 locales comerciales en el 1° piso, y 5 sótanos para los estacionamientos. El área techada del proyecto es de $23,894.24 \text{ m}^2$, donde las oficinas ocupan $12,674.24 \text{ m}^2$ y los estacionamientos $11,220 \text{ m}^2$. La construcción de la edificación tuvo inicio el 02/04/12 con un plazo inicial de 720 días.

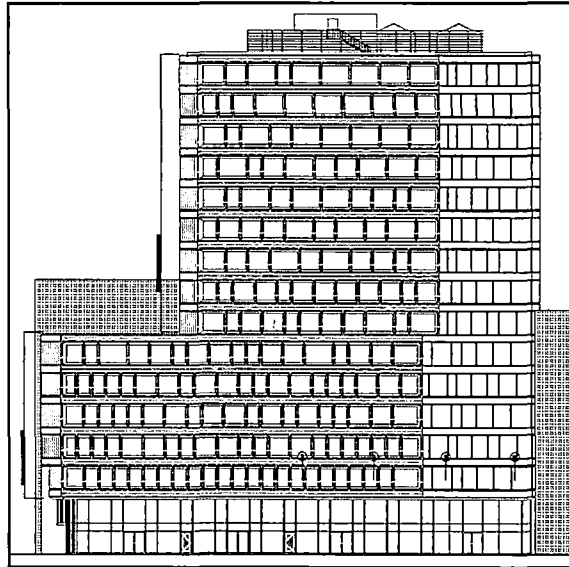


Figura N°2.14 Vista elevación de la fachada sur. Obra: Real 8

Fuente: Plano R8-ELEVACION

El sistema constructivo de este proyecto es aporticado, usando vigas postensadas y pre losas, las cuales son colocadas con la grúa torre (MC 115 B y MC 85 B). Las grúa torre se encuentra ubicada en la parte frontal por la Vía Central (ver Figura N°2.15). El estudio del trabajo de ambas grúas se realizó en las fechas 20/02/13, 21/02/13, 22/02/13 y 23/02/13, en la ejecución del 6to y 7mo piso (distancia vertical de la base de la grúa al NPT es de 16 metros).

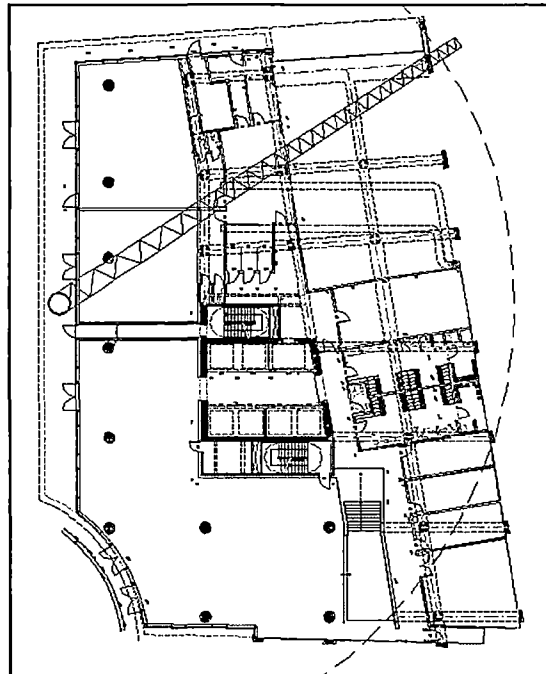


Figura N°2.15 Layout de planta-Alcance de grúa torre. Obra: Real 8

Fuente: Plano R8-PLANTAS ARQ.

2.2.4 Edificio Corporativo GyM

Esta edificación será el nuevo edificio corporativo de la empresa GyM. Se encuentra ubicada en la Av. Petit Thouars N° 4951 - 4957, distrito de Miraflores (ver Figura N°2.16). El lote tiene un área de $1,712.78 \text{ m}^2$. El proyecto consta de 7 pisos y 4 sótanos, con un área techada de $17,223.92 \text{ m}^2$. La construcción de la edificación tuvo inicio el 01/10/12 con un plazo inicial de 375 días.

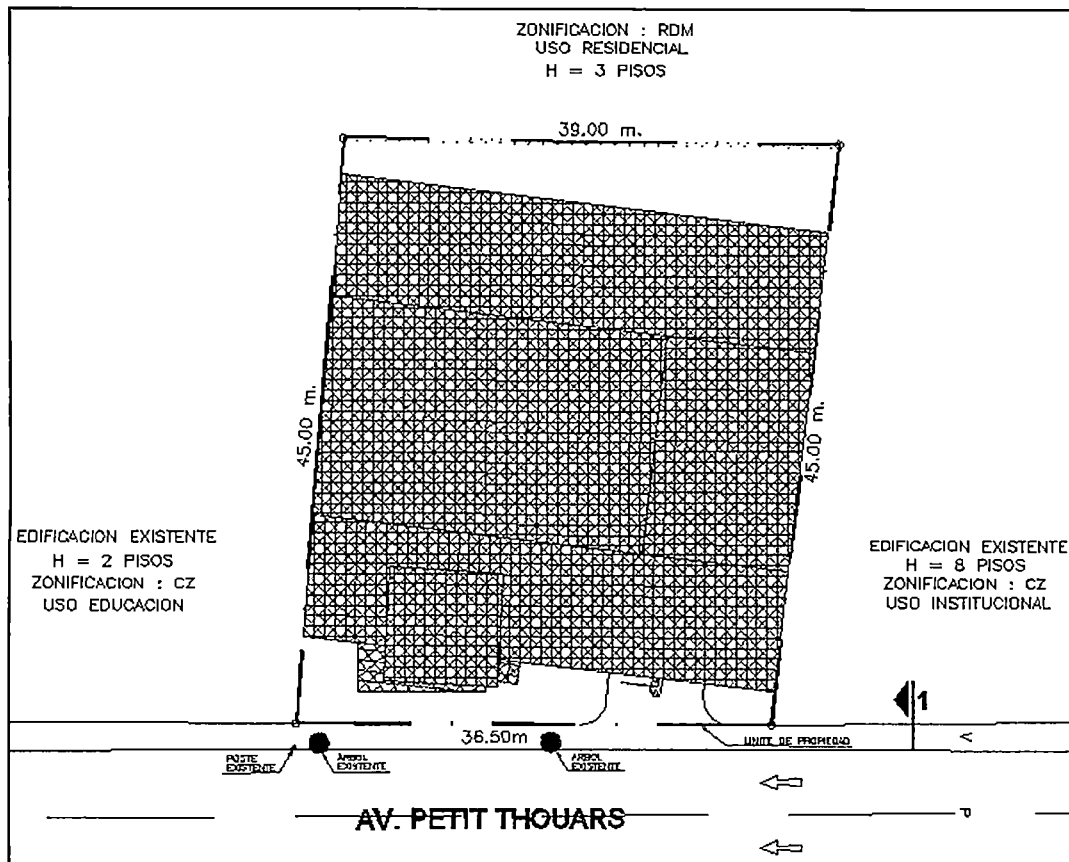


Figura N°2.16 Ubicación del proyecto. Edificio Corporativo GyM

Fuente: Plano de Ubicación U-01

El sistema constructivo es aporticado, con estacionamientos en los 4 sótanos. La torre (desde el piso 1 al piso 7) está aislada sísmicamente de los sótanos. En los sótanos se ha empleado losas postensadas, a diferencia de la torre que se ha construido con vigas peraltadas. El estudio del trabajo de la grúa torre se realizó en las fechas 19/03/13, 20/03/13, 21/03/13, 22/03/13 y 23/03/13, cuando se ejecutaba el nivel del sótano 3 (distancia vertical de la base de la grúa al NPT es de 11 metros).

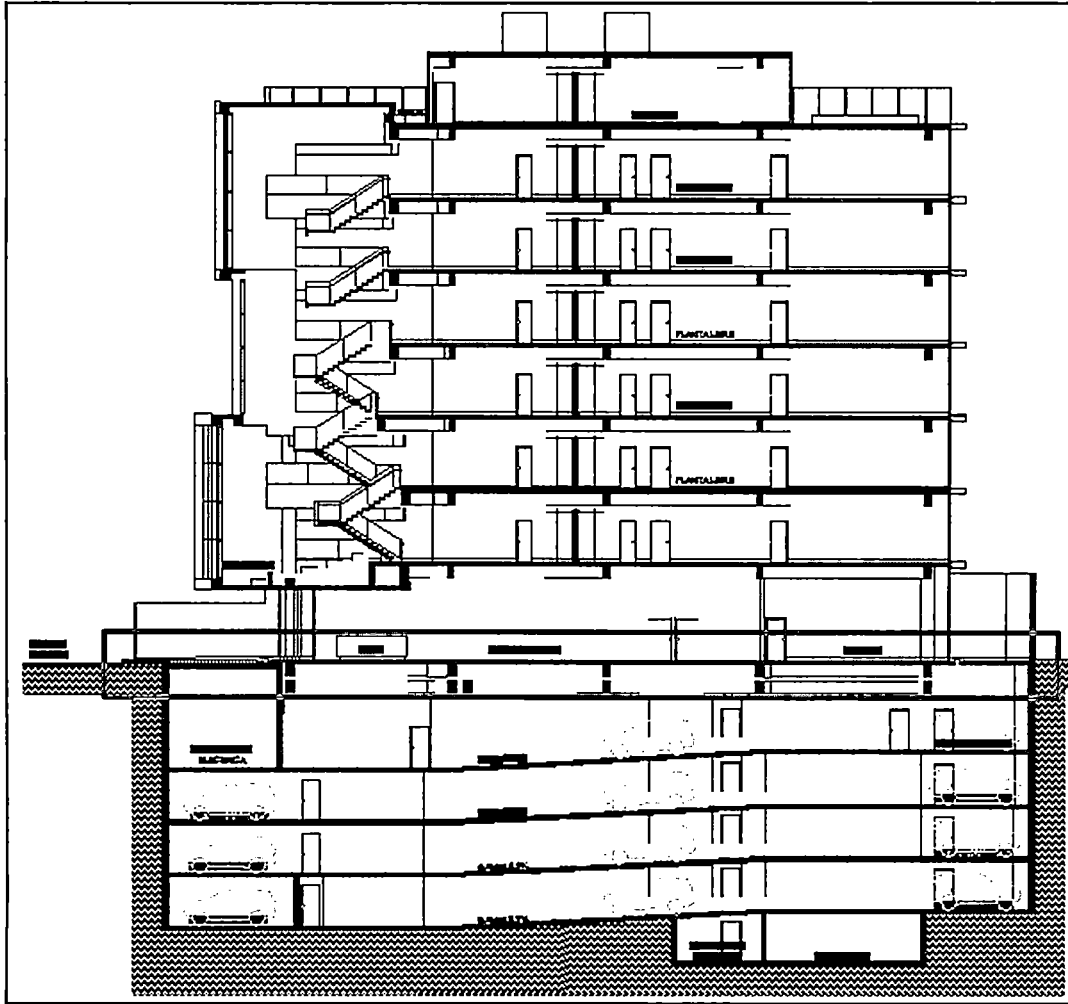


Figura N°2.17 Vista-Corte. Edificio Corporativo GyM

Fuente: Plano R8-Corte 1-1

En la Figura N°2.17 se aprecia el Corte 1-1 que atraviesa los estacionamientos y toda la torre. Se puede ver el espacio entre las vigas (rectángulo rojo), pues es ahí donde se encuentran los aisladores sísmicos. También se aprecia que en los sótanos no hay vigas peraltadas, y en la torre si las hay. Se realizó de esa manera con el fin de reducir el volumen del movimiento de tierras y disminuir el plazo de ejecución del proyecto. En la ejecución de los sótanos, la obra se sectorizó en 4 partes, de tal manera que se avanza un piso cada 4 días. La sectorización planeada para la ejecución de los cuatro sótanos se muestra en la Figura N°2.18.

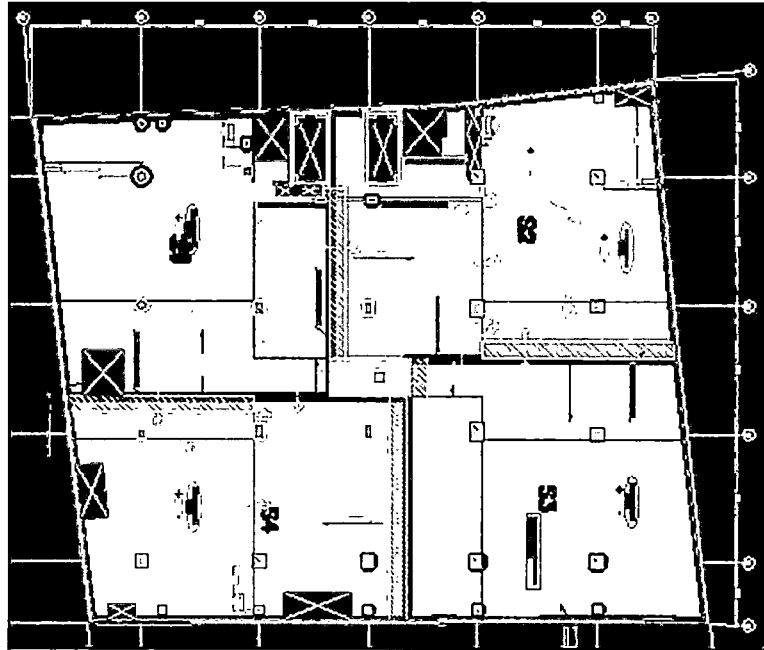


Figura N°2.18 Sectorización del vaciado de sótanos. Edificio Corporativo GyM

Fuente: Plano Sectorización Sotanos-Rev.4

Para la ejecución de esta obra, se emplea una grúa torre, ubicada en la parte frontal del terreno (ver Figura N°2.19). El tipo de grúa es una MC 115 B (ver Anexo 2).

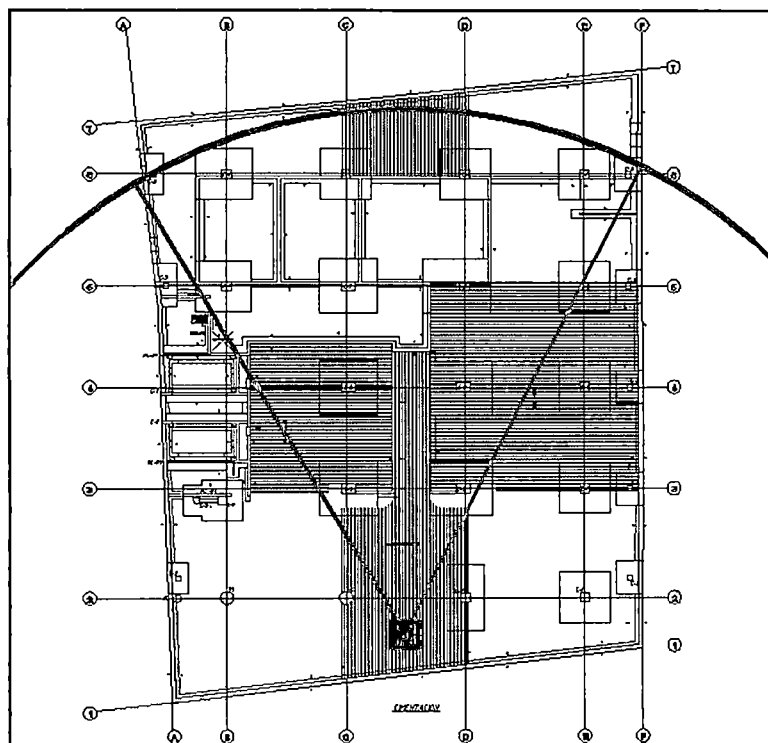


Figura N°2.19: Layout del alcance de la grúa torre. Edificio Corporativo GyM

Fuente: Plano Arq. Planta-Rev.3

CAPÍTULO III

ANALISIS DE LOS FLUJOS DIARIOS

3.1 CONSIDERACIONES TOMADAS

Para analizar el flujo o secuencia de actividades que realiza la grúa torre a lo largo del día en las obras, se definen las actividades y se categorizan de acuerdo al trabajo que realizan en obra, los tipos de trabajo se clasifican dentro de las siguientes categorías:

Trabajo Productivo (TP):

Se define como aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción, las actividades productivas en obra deben procurar maximizarse y esto se logra industrializando los procesos constructivos.

Trabajo Contributorio (TC):

Se define como aquel trabajo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo en términos de apoyo a la producción.

Trabajo No Contributorio (TNC):

Es cualquier otra actividad que no corresponde a las categorías anteriores y que implica tiempo que no se aprovecha por diferentes causas. Ejemplos: Viajes, Descanso, Tiempo Ocioso, Necesidades Fisiológicas, etc.

Algunos ejemplos de estos tipos de trabajo pueden verse en la Figura N°3.1:

Trabajo Productivo (TP)	Trabajo Contributorio (TC)	Trabajo No Contributorio (TNC)
*Vaciado de concreto	*Check list	*Paro por falta de programación
*Colocación pre losas	*Abastecimiento de bolsas del cemento	*Espera de materiales
*Encofrado de columnas	*Abastecimiento de acero	*Espera por causa de los trabajadores
*Encofrado de placas	*Transporte de encofrado	
*Colocación tierra de chacra	*Mantenimiento	

Figura N°3.1 Ejemplo de la división de trabajos de acuerdo a su categoría.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo de la siguiente manera:



Gráfico N°3.1 Metodología de trabajo a seguir.

Fuente: Elaboración propia.

- Se visitó los proyectos para observar y entender los procesos constructivos donde interviene la grúa torre.
- Se solicita información de los proyectos como planos, programación diaria, análisis de presupuesto, look ahead, especificaciones técnicas de la grúa torre, etc. (ver Figura N°3.2).

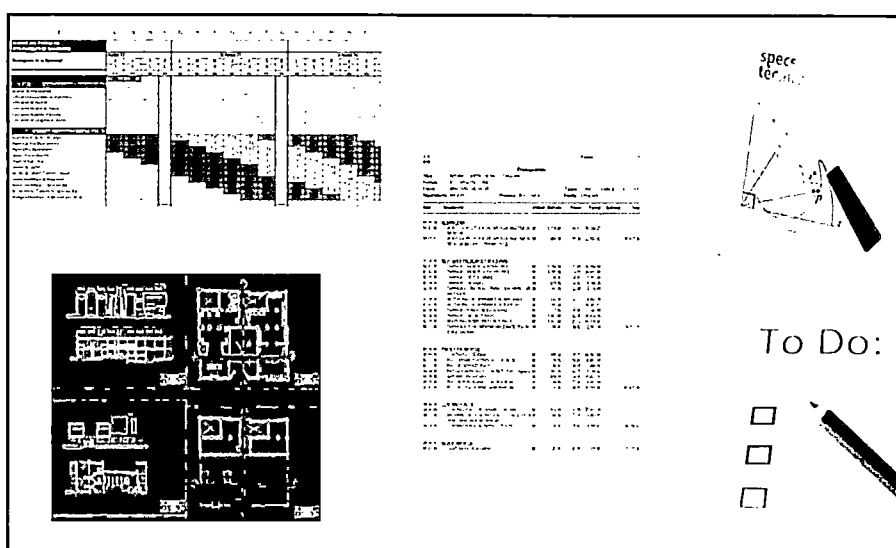


Figura N°3.2 Información solicitada en las obras.

Fuente: Elaboración propia.

- Se localiza un lugar libre de interrupciones, para posicionarse con una laptop y realizar la toma de datos de manera digital en una hoja de cálculo preparada por los tesisistas.
- Se procede a la toma de datos, fotos y videos de los procesos realizados en obra.
- Finalmente se hace el procesamiento y análisis de información de campo.

3.3 ANALISIS DE LOS FLUJOS Y NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES

3.3.1 Parques de San Martín

Dentro de la obra se encontraron como actividades productivas el vaciado de concreto (ver Figura N°3.3), y la colocación de piedra chancada para acabados del último piso (ver Figura N°3.4).

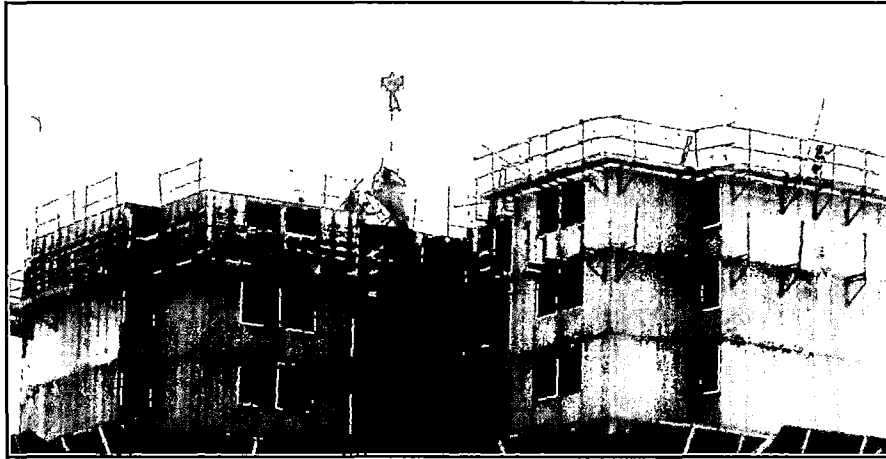


Figura N°3.3 Vaciado de concreto en Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

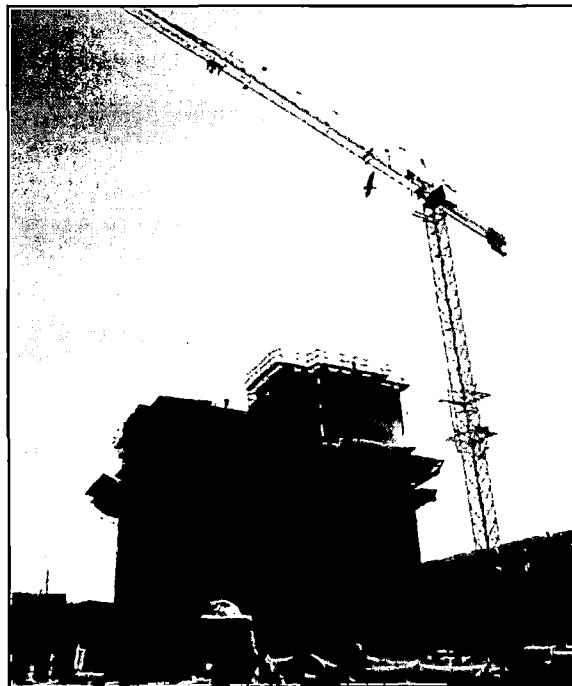


Figura N°3.4 Colocación de piedra chancada en Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el análisis del flujo de las actividades realizadas en la obra se presentara un esquema de las líneas de tiempo realizadas cada día de análisis (ver Figura N°3.5), este esquema ayuda a clasificar las actividades realizadas por la grúa en sus tres categorías, como trabajo productivo, contributorio y no contributorio.

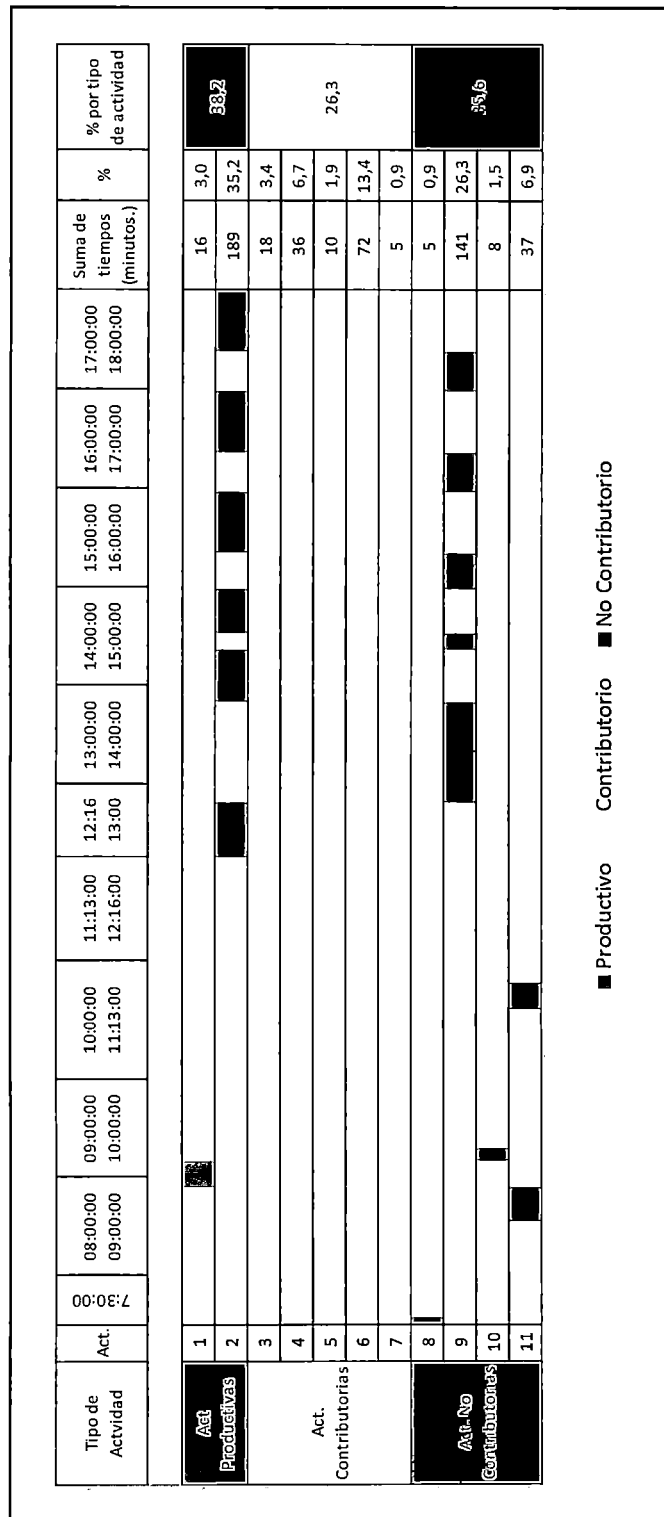


Figura N°3.5 Línea de tiempo del día 28 de Enero en Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Observando las actividades realizadas por la grúa torre se obtiene el siguiente esquema que muestra el nivel general de la obra (ver Figura N°3.6).

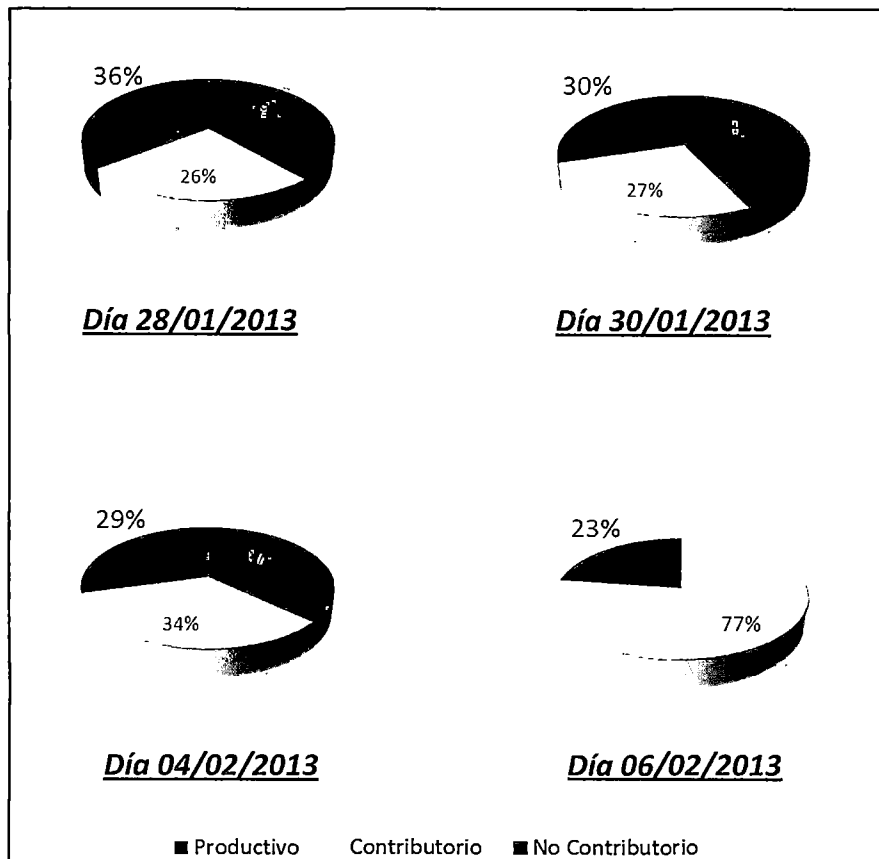


Figura N°3.6 Nivel general de actividades en obra Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que el tiempo no contributorio es alrededor del 30% para esta obra, posteriormente se analizara más detalladamente las principales causas que lo originan y el impacto que tiene en la obra.

En referencia a los resultados del último día de medición de datos es importante resaltar que el NGA (Nivel general de actividades) no muestra tiempos productivos debido a que no realizó la colocación de piedra chancada para el acabado de los edificios ni el vaciado de concreto ya que por el alcance que tiene la grúa con respecto al proyecto se le imposibilitaba vaciar en un sector que estaba muy alejado por lo que se tuvo que vaciar ese sector con ayuda de una bomba de Unicon; al no realizar ninguna de estas actividades el trabajo de la grúa fue básicamente contributorio por los acarrees de material que hace comúnmente.

3.3.2 Real 8

Esta obra cuenta con 2 grúas torre ubicadas en las esquinas de la obra (ver Figura N°3.7), esta grúas abastecen a sectores similares en ciertos momentos lo que se mostrara en los resultados del análisis.

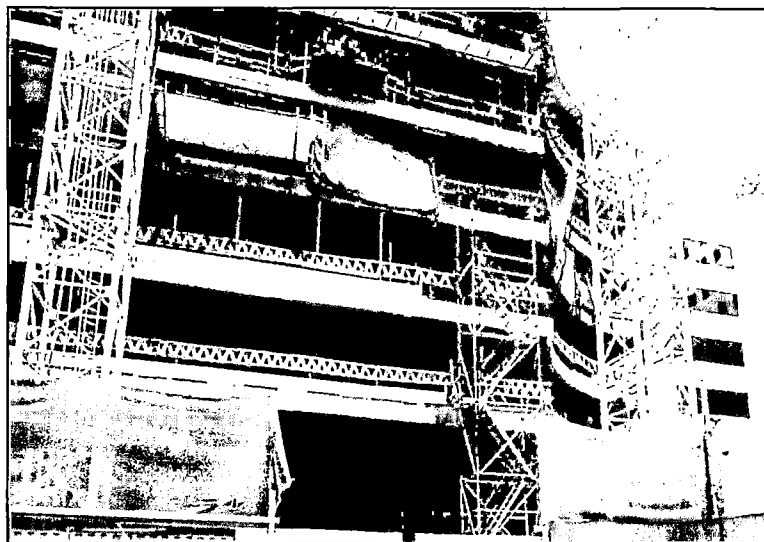


Figura N°3.7 Grúa torre en obra Real 8.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra se realizaban diversas actividades productivas como el vaciado de concreto (ver Figura N°3.8), la colocación de prefabricados (ver Figura N°3.9) y el encofrado de elemento pre armados (ver Figura N°3.10).

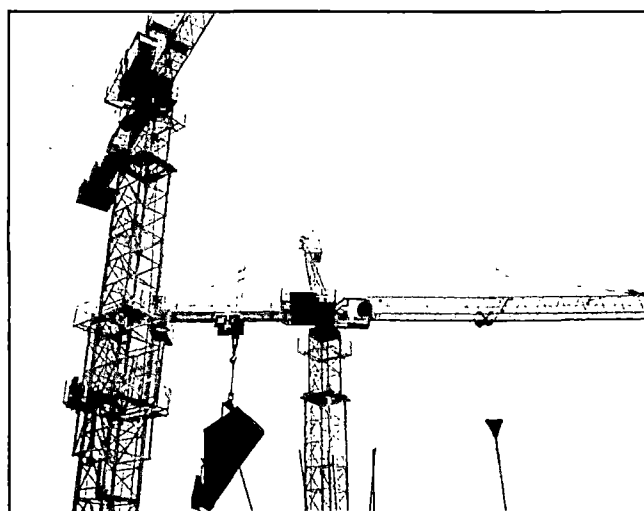


Figura N°3.8 Vaciado de concreto en Real 8.

Fuente: Elaboración propia.

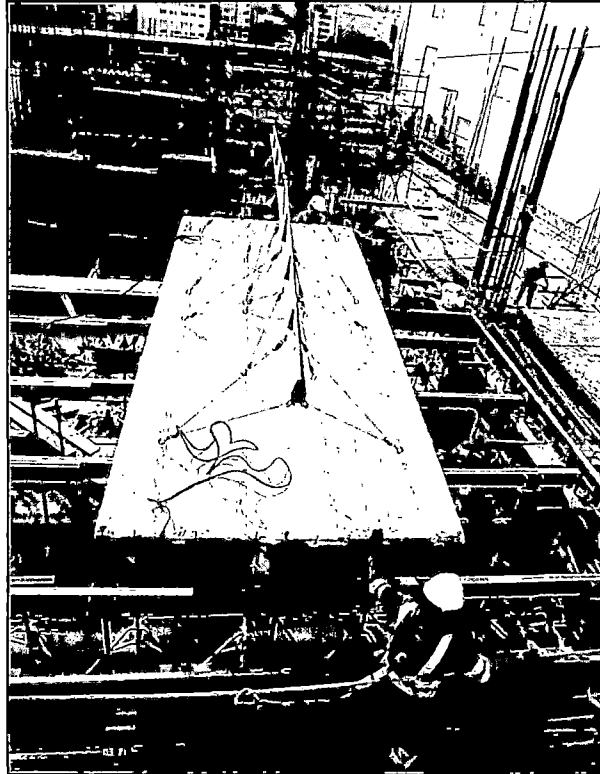


Figura N°3.9 Colocación de pre losas en Real 8.

Fuente: Elaboración propia.

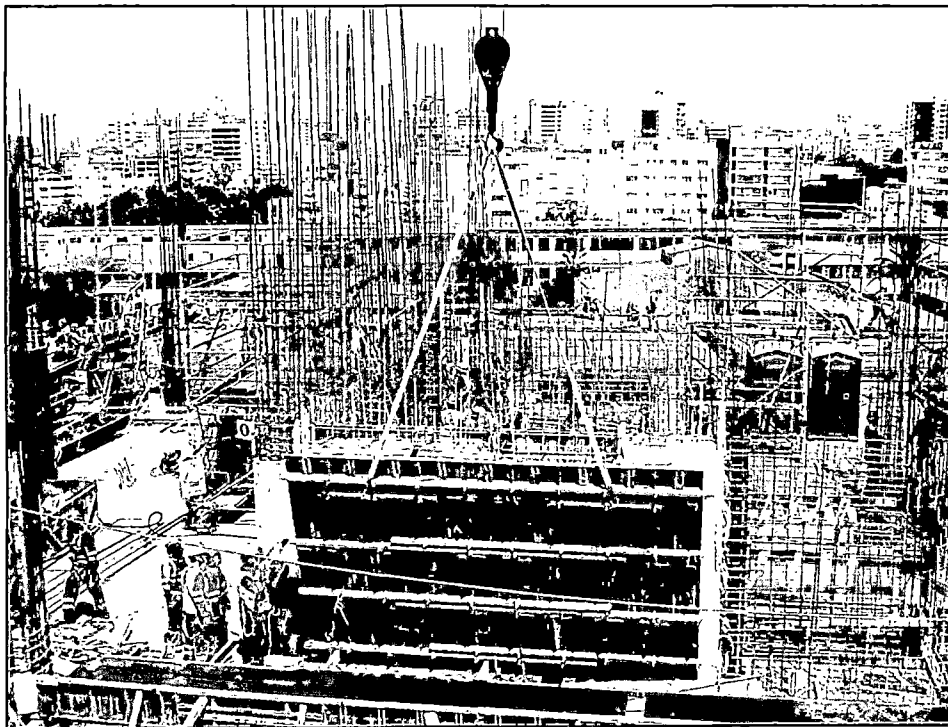


Figura N°3.10 Encofrado de elemento pre armados en Real 8.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra se analizaron ambas grúas por separado y se muestra a continuación la línea de tiempo de una de las grúas (ver Figura N°3.11) y el nivel general de las actividades para ambas grúas torre (ver Figura N°3.12).

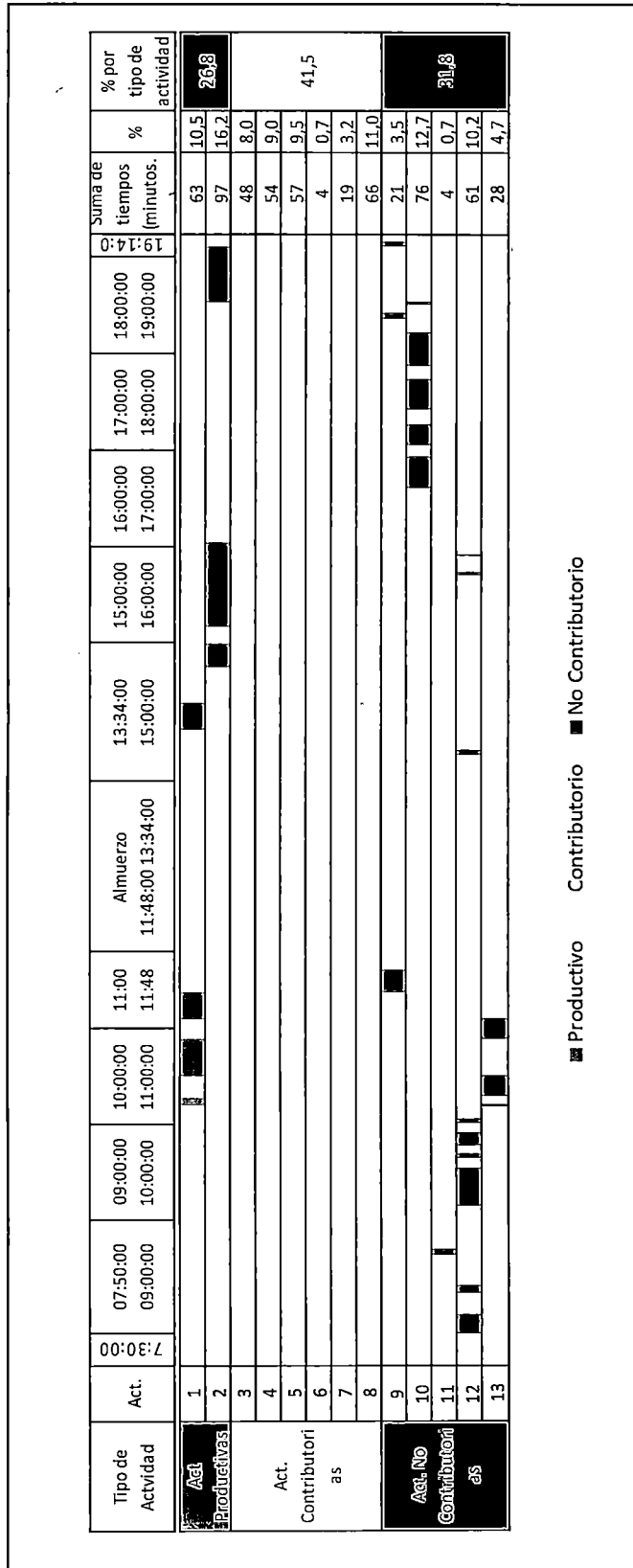


Figura N°3.11 Línea de tiempo del día 20 de Febrero en Real 8.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la línea de tiempo elaborada para esta obra, esta es más larga debido a que en esta obra en particular se trabajaban con sobre tiempos hasta las 7 y 8pm, por lo que el análisis de las actividades se ha prolongado hasta esa hora.

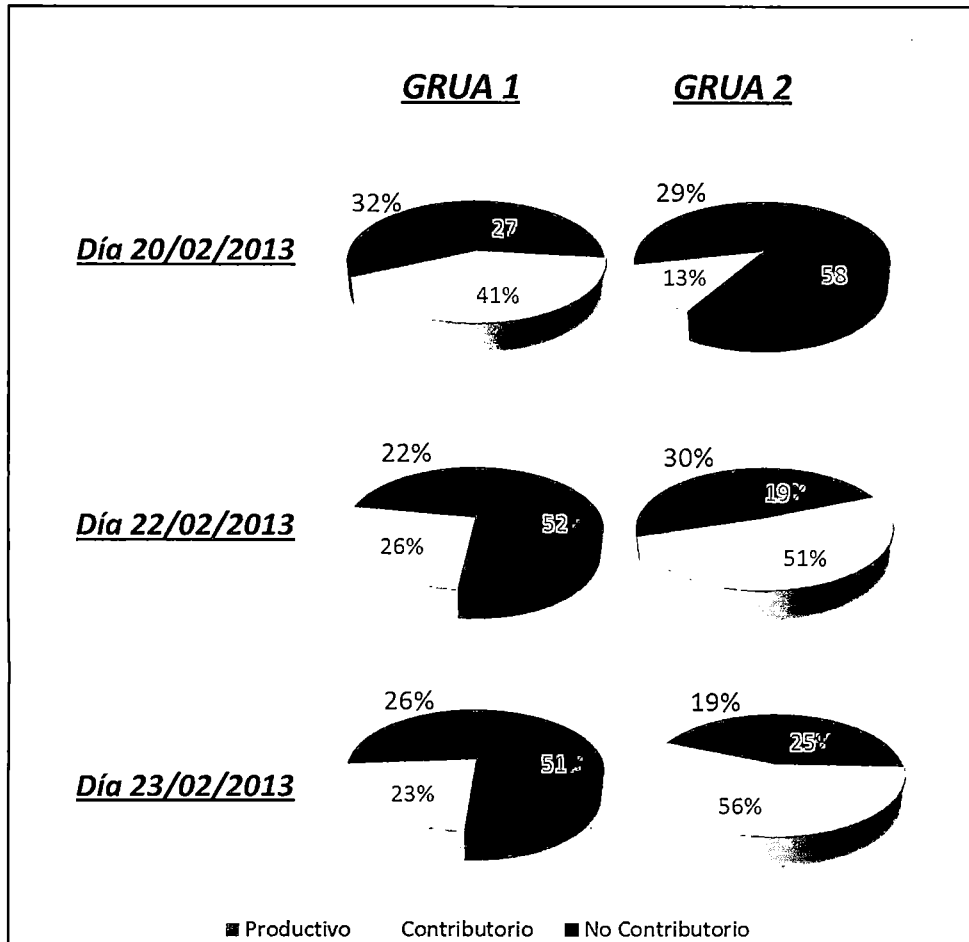


Figura N°3.12 Nivel general de actividades en obra Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra los TNC varían entre 20 y 30% y es importante resaltar que la mayor parte del trabajo productivo es resultado del vaciado de concreto.

Otra de las particularidades que resaltan en esta obra es el uso de prefabricados y pre armados, según el estudio se observara el uso frecuente de estos elementos en países desarrollados, por lo cual innovar con el uso de estos en obras en el Perú resulta ser muy favorable pese a que no sea una práctica frecuente.

3.3.3 Parque Central Club Residencial

Esta obra se empezó a construir en el año 2009, por lo que la curva de aprendizaje se encuentra desarrollada mucho más que en las anteriores, lo que se demostrara con los resultados obtenidos del análisis.

En esta obra la única actividad productiva que se realizaba con la grúa torre es el vaciado de concreto (ver Figura N°3.13 y N°3.14).

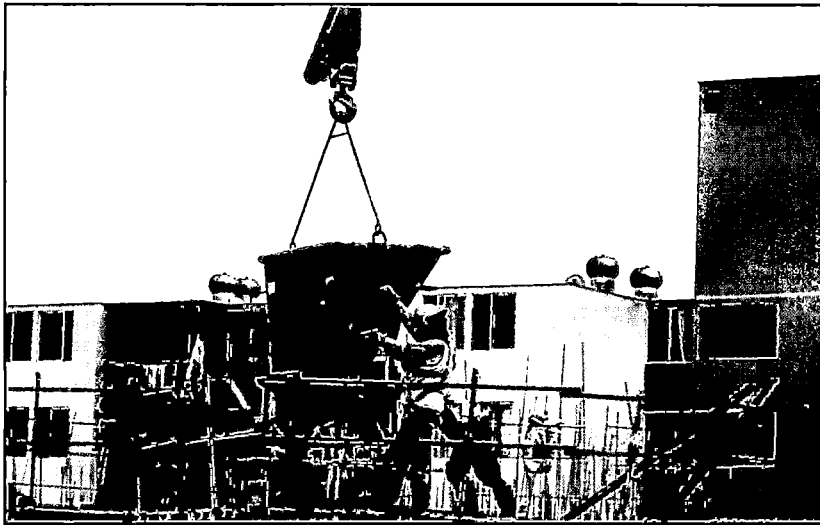


Figura N°3.13 Vaciado de concreto descarga en Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

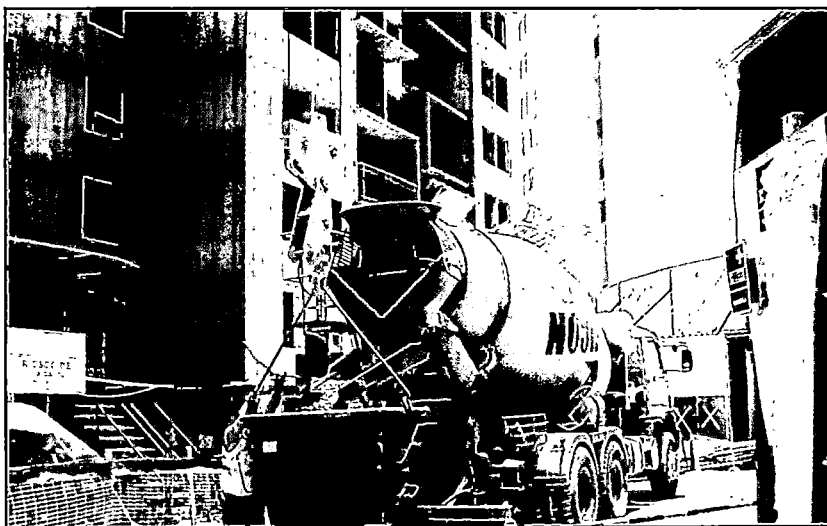


Figura N°3.14 Vaciado de concreto carga en Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando el flujo de actividades en esta obra, se muestra la línea de tiempo (ver Figura N°3.15).

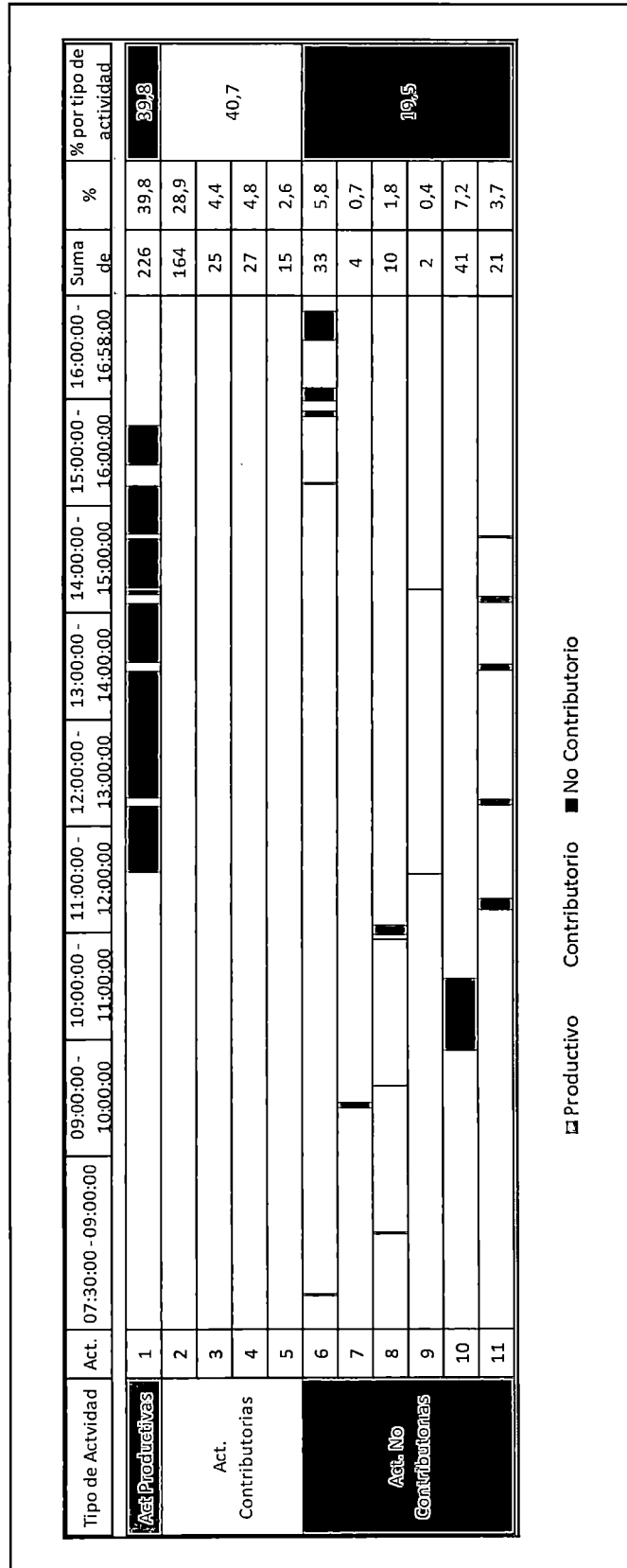


Figura N°3.15 Línea de tiempo del día 08 de Marzo en Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene aquí el porcentaje de tiempo de las actividades realizadas por la grúa:

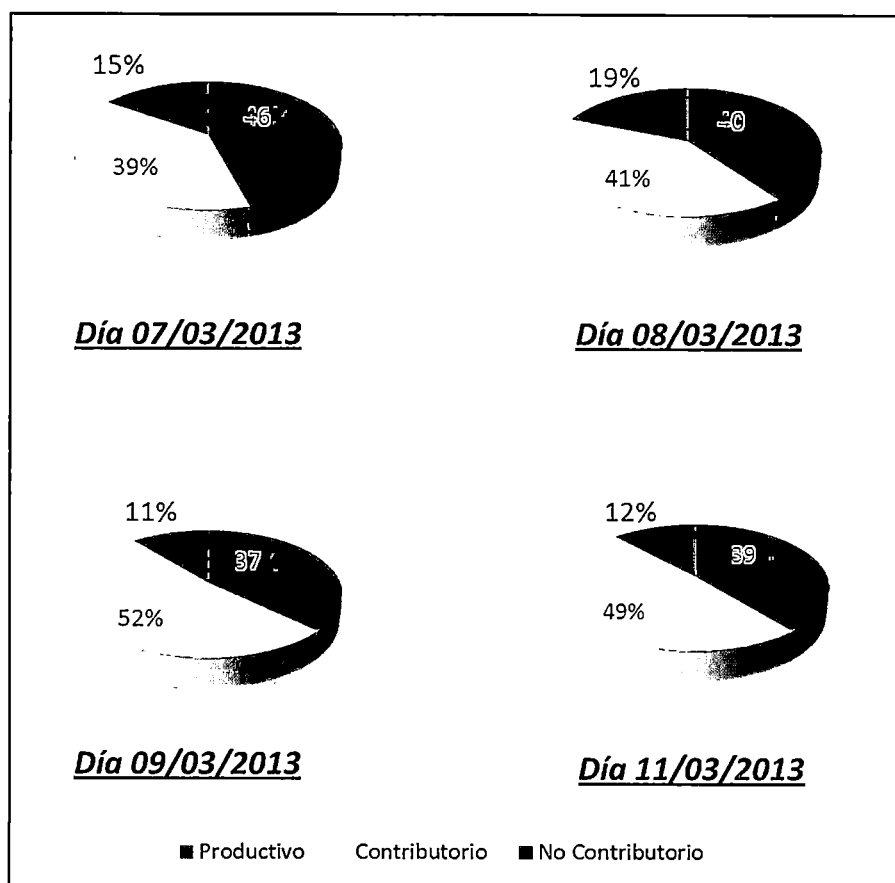


Figura N°3.16 Nivel general de actividades en obra Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el tiempo no contributorio promedio es 14% (ver Figura N°3.16), lo que en comparación con los resultados anteriormente mostrados nos da una gran diferencia, cabe resaltar el buen planeamiento y las buenas prácticas de los trabajadores que estaban a cargo directamente de las operaciones de la grúa, como el operador y los riggers.

A pesar de tener como única actividad productiva el vaciado de concreto, los resultados muestran un porcentaje elevado de trabajo productivo que realiza la grúa, lo cual confirma una vez más el óptimo uso y programación en obra.

Esta obra será tomada como base para comparar los resultados obtenidos entre las demás obras.

3.3.4 Edificio Corporativo GyM

En esta obra se realizaban diversas actividades productivas tales como el vaciado de concreto (ver Figura N°3.17), la colocación de armaduras de columnas pre armadas (ver Figura N°3.18), el encofrado de columnas con grúa (ver Figura N°3.19) y el encofrado de placas (ver Figura N°3.20).



Figura N°3.17 Vaciado de concreto en Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

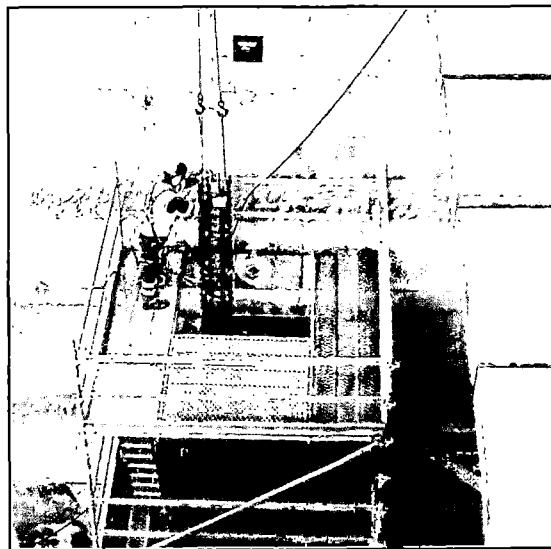


Figura N°3.18 Colocación de acero en columnas en Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

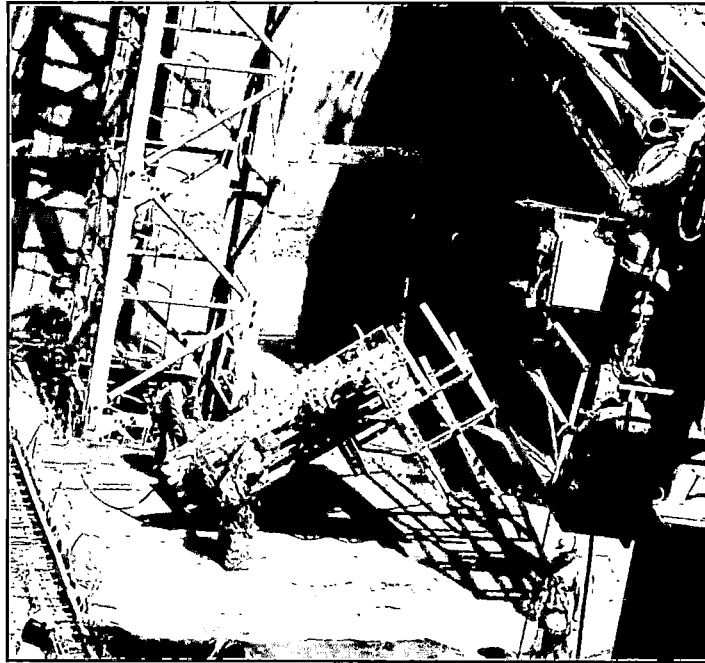


Figura N°3.19 Encofrado de columnas en Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

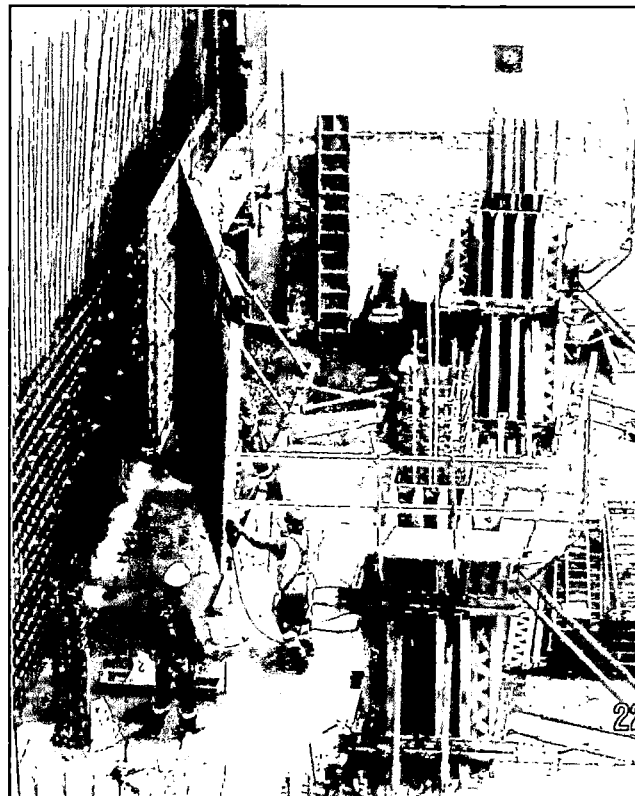


Figura N°3.20 Encofrado de placas en Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta obra se realizaron las líneas de tiempo de la misma manera para analizar el flujo de sus actividades diarias (ver Figura N°3.21), así tenemos:

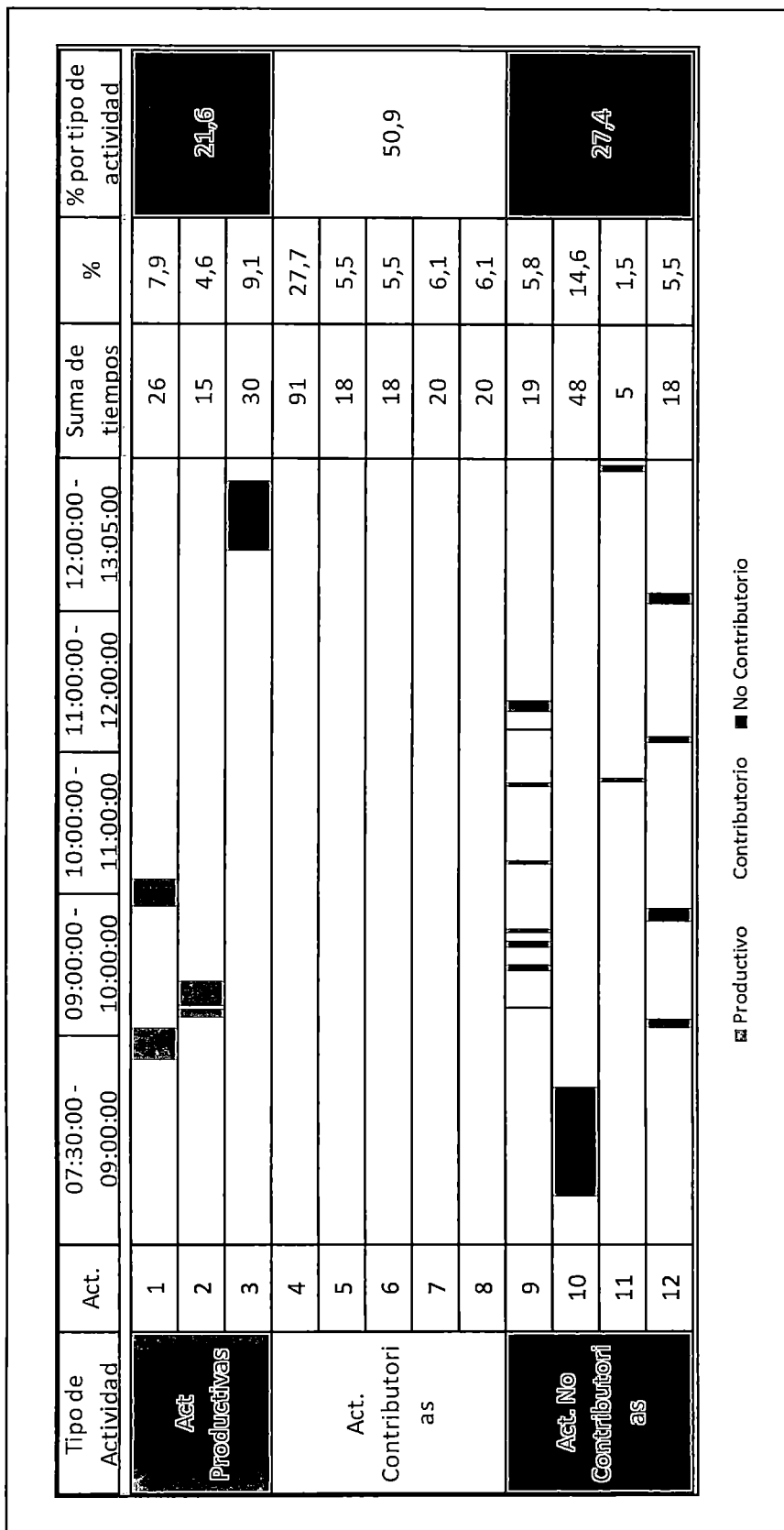


Figura N°3.21 Línea de tiempo del día 23 de Marzo en Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis del flujo de las actividades en esta obra obtenemos su nivel general de actividades tal como se muestra (ver Figura N°3.22):

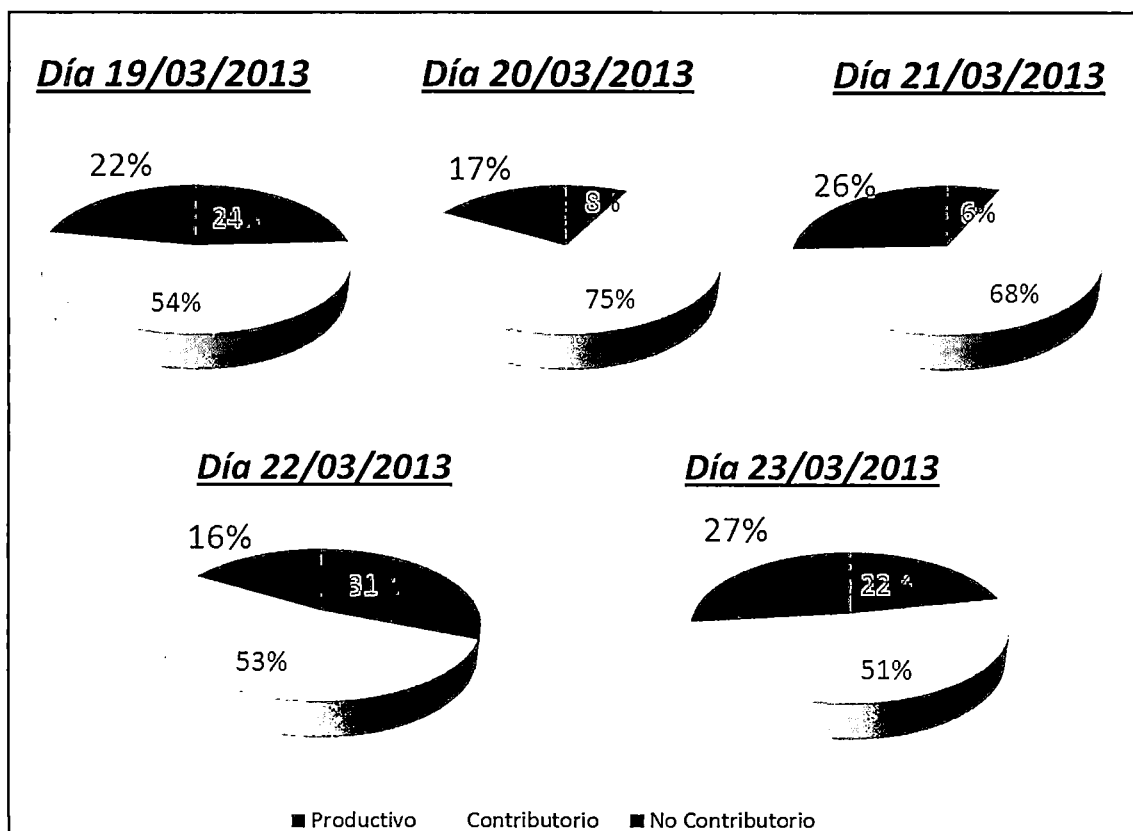


Figura N°3.22 Nivel general de actividades en obra Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados se obtiene un TNC promedio de 15 a 25% para esta obra lo que resulta relativamente por debajo del promedio de las anteriores.

En esta obra a diferencia de las anteriores el uso de encofrados listos para colocar a los elementos hacia más rápido los procesos aunque básicamente la grúa fue empleada para trabajos contributorios ya que no se contaba con mucho área libre y había gran cantidad de material en obra para ser transportado de un lugar a otro y abastecer los sectores de trabajo.

En otros países esta tendencia de trabajar con este tipo de encofrados que son colocados con ayuda de grúas torre es muy frecuente, siendo esta práctica una de las propuestas que se dará dentro de las soluciones planteadas posteriormente.

3.4 ANALISIS DEL TIEMPO NO CONTRIBUTORIO DE LAS OBRAS ESTUDIADAS

3.4.1 Tiempo no contributorio promedio

Se muestra un gráfico resumen de los resultados obtenidos en todas las obras y se puede observar el nivel general de actividades en cada obra subdividiendo el trabajo en las categorías antes mencionadas (ver Gráfico N°3.2).

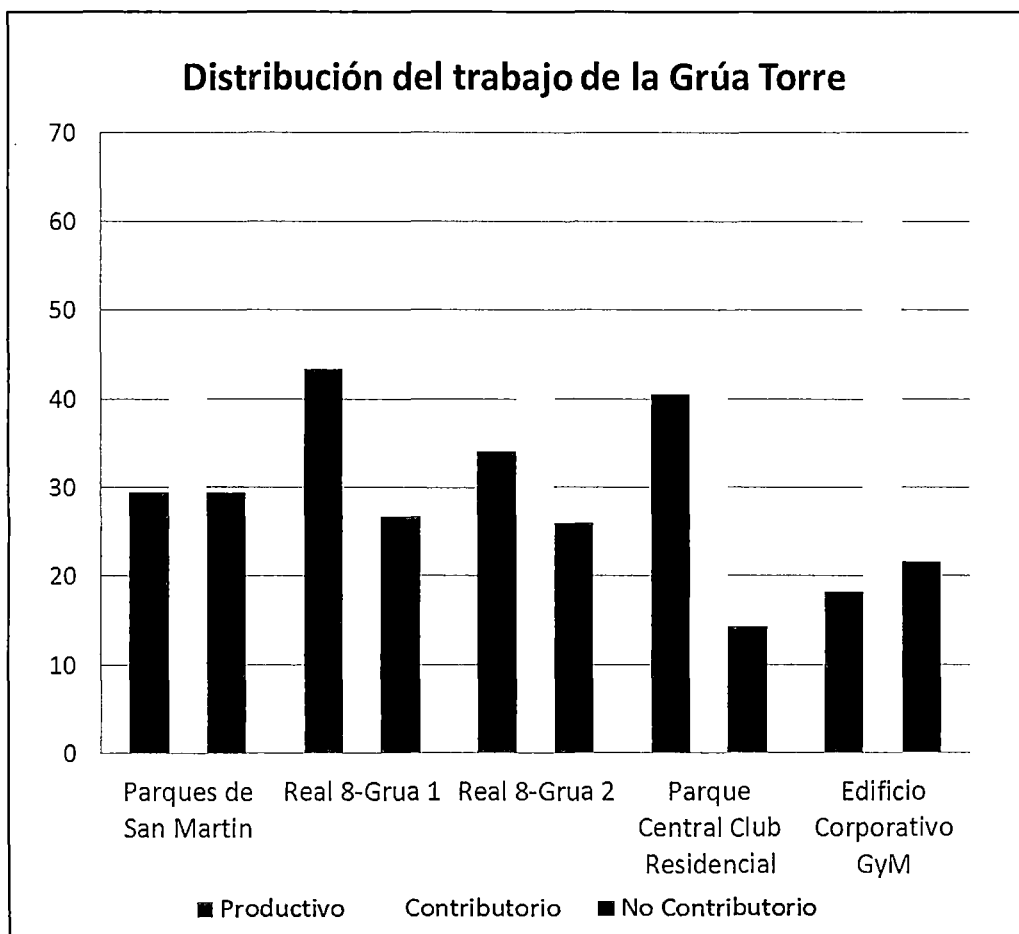


Gráfico N°3.2 Nivel general de actividades de todas las obras.

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis se tomara en cuenta las grúas de las obras Parques de San Martín, Real 8 y el Edificio Corporativo GyM, debido a que el tiempo en el cual se realizó el estudio fue a principios de la construcción de esta obras, mientras que la grúa en la obra Parque central tenía más de 3 años en ejecución y los resultados no entrarían en el posterior análisis (ver Gráfico N°3.3).

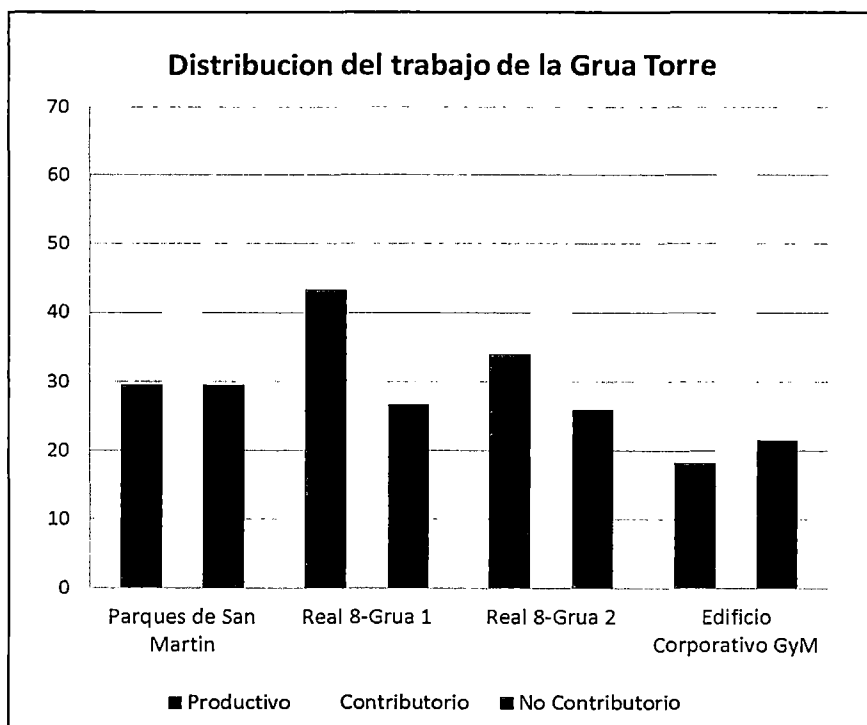


Gráfico N°3.3 Nivel general de actividades de las obras a analizar.

Fuente: Elaboración propia.

Poniendo un enfoque en el TNC encontrado en las obras se tiene como resultado un TNC de 27% (ver Gráfico N°3.4).

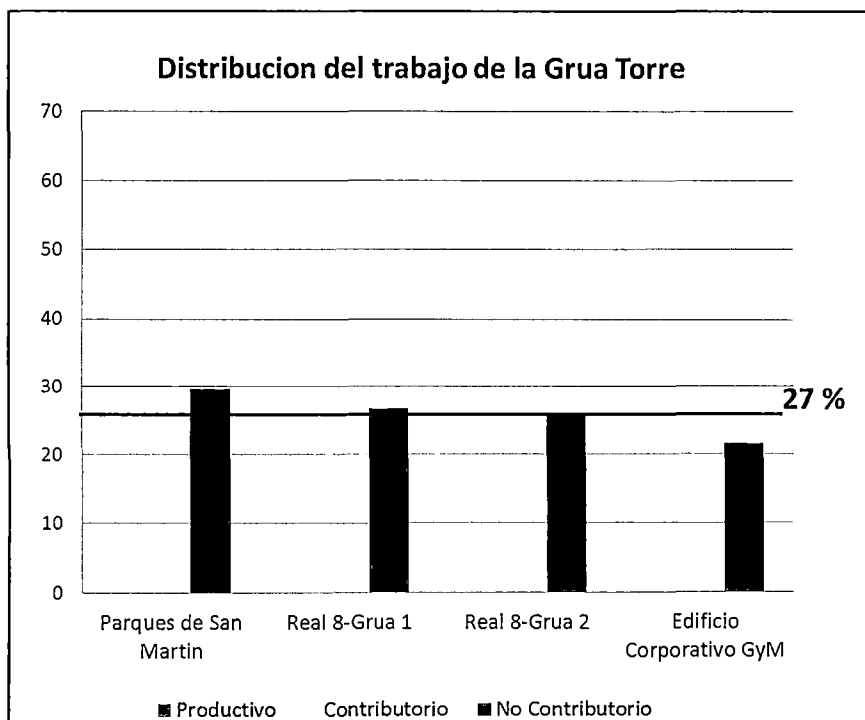


Gráfico N°3.4 TNC promedio.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Interpretación económica

Este costo estimado por concepto de grúa torre en los proyectos es aproximadamente S/45,000, este monto considera para su cálculo el alquiler mensual de la grúa torre, el pago del operario que la maneja, dos trabajadores denominados riggers, el mantenimiento a realizarse y los accesorios que emplea para realizar sus actividades, tales como eslingas, balde para concreto, sogas, etc. (ver Figura N°3.23).

Costo unitario directo por : (S/.x mes)					45,806.31
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
Mano de Obra					
Maniobrista / rigger	hh	2.0000	468.00	18.81	8,803.08
					8,803.08
Materiales					
Autotransformador para Grúa	mes		1.00	667.50	667.50
					667.50
Equipos					
Grúa Torre 1.3 ton	hm	1.0000	234.00	83.29	19,489.74
Herramientas	%MO		3.00	8,673.20	260.20
Balde para Concreto 1/2 yd3 a 10 yd3	mes		2.00	347.10	694.20
Canastillas	mes		2.00	295.04	590.07
Accesorios de izaje	mes		2.00	428.55	857.10
					21,891.31
Subcontratos					
Mantenimiento	mes		1.00	7,518.92	7,518.92
Operario de Equipo Torre Grúa	hh		234.00	29.60	6,925.49
					14,444.42

Figura N°3.23 Presupuesto detallado correspondiente al concepto de grúa torre.

Fuente: Presupuesto meta de obra Parques de San Martín.

Con el TNC promedio de las obras estudiadas se puede estimar el costo (ver Figura N°3.24) que estos tiempos implican para cada proyecto.



Figura N°3.24 Equivalente monetario de TNC.

Fuente: Presupuestos. Charla de Conocimiento GyM.

El cálculo de los TNC se muestra en la tabla a continuación (ver Tabla N° 3.1).

Tabla N°3.1 Influencia en costo por el TNC.

Obra	Costo por grua	% TNC	Costo por TNC
Parques de San Martin	S/. 45,000	29.5%	S/. 13,275
Real 8 - Grua 1	S/. 45,000	26.7%	S/. 12,015
Real 8 - Grua 2	S/. 45,000	26.0%	S/. 11,700
Edificio Corporativo GyM	S/. 45,000	22.0%	S/. 9,900
Parque Central	S/. 45,000	14.0%	S/. 6,300

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia de costos debido al TNC como se aprecia llega a ser más del doble en comparación de una obra y otra por lo cual se buscara plantear métodos con los cuales se mejoren los flujos en estas obras y mejoras en los procesos que se realizan con el fin de poder reducir los TNC en cada obra.

Los planteamientos que se realicen deben atender a las distintas realidades de los proyectos es por ello que se encontraran los factores en común que originan los problemas en las obras. Basando el estudio en los flujos y procesos de obra se buscara eliminar los tiempos no contributivo.

3.5 CAUSAS QUE ORIGINAN EL TIEMPO NO CONTRIBUTIVO

En esta parte se podrá observar las principales causas que originan TNC en las obras, para esto se ha empleado una herramienta denominada “Diagrama de Pareto”, que permite identificar las principales causas de TNC, aquellas que mitigándolas y trabajando para resolverlas se reducirá considerablemente los TNC, y el “Diagrama de Ishikawa” para el análisis de causa y efectos con el cual se encontrara las causas que originan los TNC.

3.5.1 Análisis con el Diagrama de Pareto

3.5.1.1 Parques de San Martín

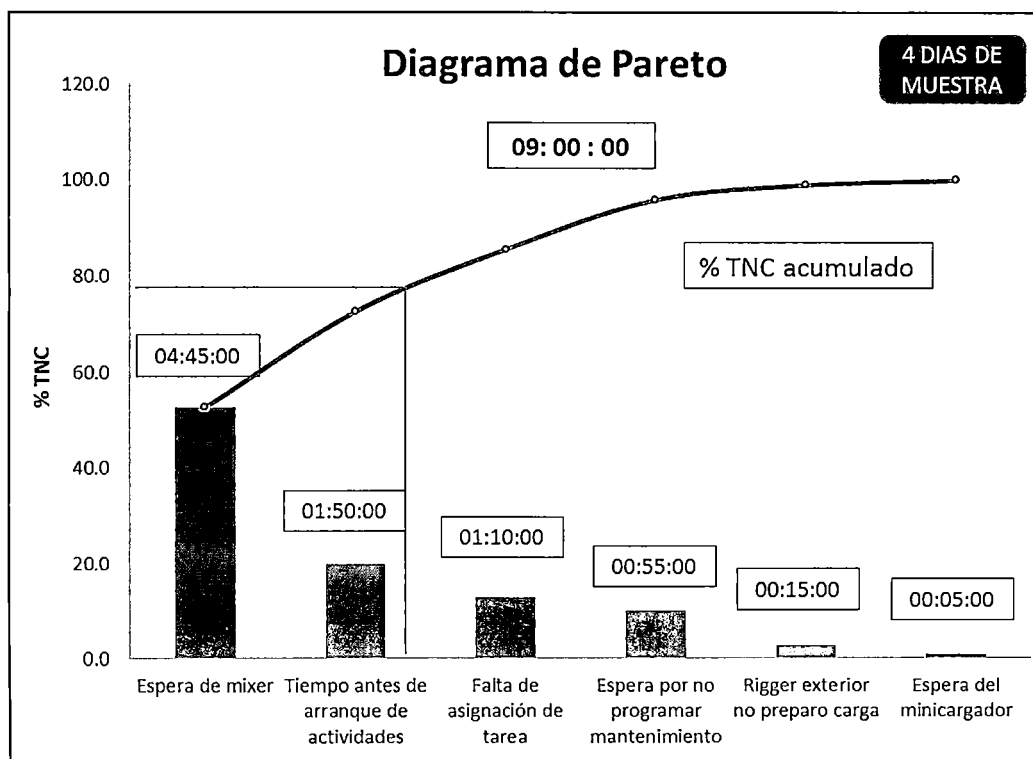


Gráfico N°3.5 Diagrama de Pareto de TNC en obra Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra la grúa empezaba a trabajar a las 7:30am y realizaba el check list, sin embargo, sus actividades en sí iniciaban entre las 8:15 y 8:30am, por lo que tenía un tiempo muerto después de la revisión de aproximadamente media hora que denominamos “Tiempo antes de arranque de actividades”.

Otra de las principales causas de TNC que se encontró corresponde a la espera de los mixers: Se observó que cuando el mixer estaba ausente, la grúa no realizaba ninguna actividad, estos casos se han repetido frecuentemente en la mayoría de obras como se verá en los siguientes resultados.

Es importante dar a notar también que debido a la falta de una programación específica para la grúa no se tiene una actividad definida que ejecutar y se generan tiempos de paro cortos constantes de entre 5 a 15 minutos de duración, que se acumulan a lo largo del día y representan un tiempo ya no tan corto válido para ser considerado y mitigado.

Como resultado de los 4 días de análisis en esta obra se obtuvo un total de 9 horas de TNC lo que representa más de una jornada de trabajo. Para ver la distribución de estos tiempos revisar el diagrama de Pareto en el Gráfico N°3.5.

3.5.1.2 Real 8

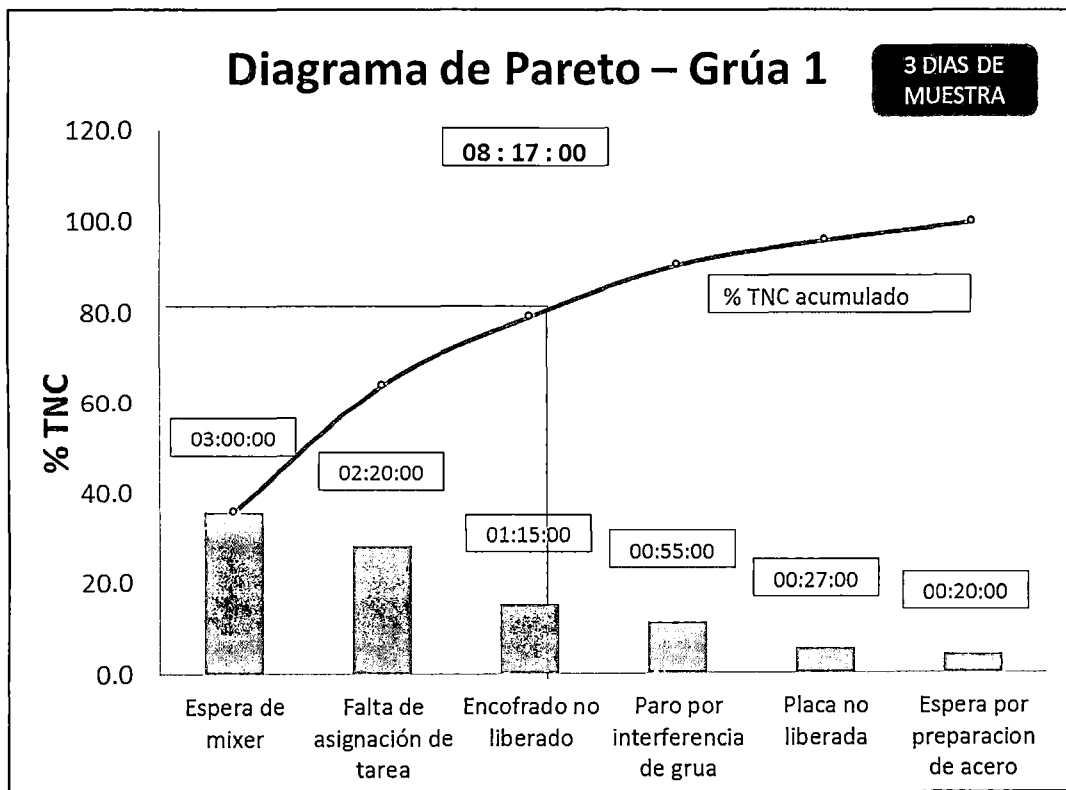


Gráfico N°3.6 Diagrama de Pareto en obra Real 8 – Grúa 1.

Fuente: Elaboración propia.

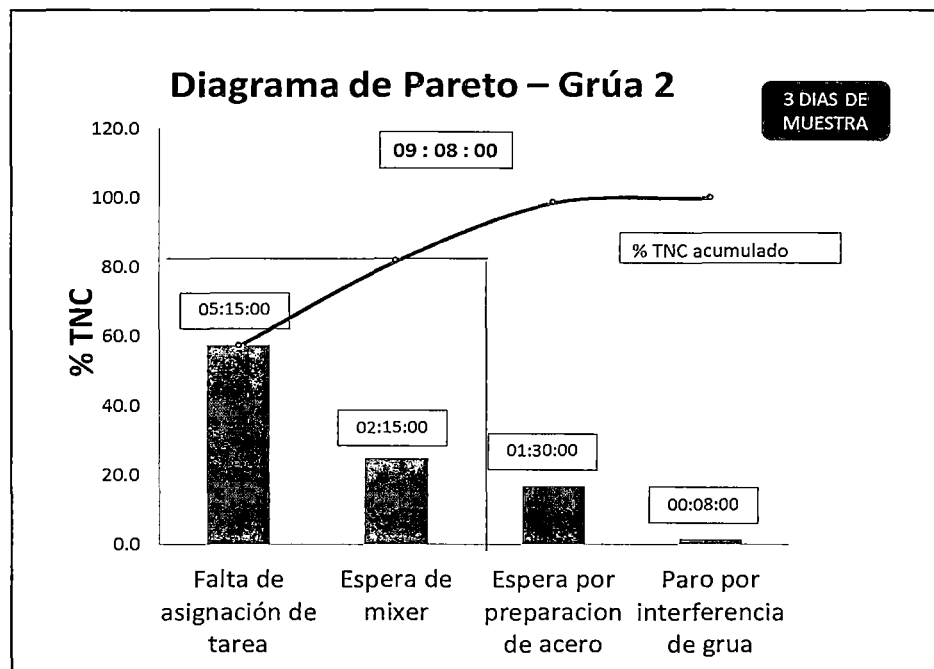


Gráfico N°3.7 Diagrama de Pareto en obra Real 8 – Grúa 2.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra el principal problema que origina los TNC se debe a la espera de mixers en la obra (ver Gráfico N°3.6), lo que como en el caso anterior genera un impacto grande en el resultado final, otro de los principales problemas en esta obra se debía a que el sector en el que se iba a trabajar aún no está liberado; esto se debe a que algunas actividades todavía no habían sido aprobadas por la supervisión, tales como el encofrado de las placas, o en otros casos el área aún no estaba lista, como es el caso del encofrado de las pre losas.

Otro problema que se vio con frecuencia son los paros debido a que el acero no estaba listo para ser cargado. En este caso la grúa estaba parada de 10 a 15 minutos, mientras se organizaba el acero que debía subir a la zona de producción.

De los diagramas se ve que para ambas grúas era muy influyente la falta de asignación de tareas en obra, estas no tenían definidas actividades a realizar en determinados horarios lo que conllevaba a la acumulación de tiempos muertos que como se ve en el Gráfico N°3.7 era muy representativo. Esta causa debe ser tocada con mucha cautela y se debe trabajar en ella ya que varía directamente en relación a la planeación que se maneje en campo, lo cual debe ser plasmada de la mejor manera posible para evitar malos resultados.

3.5.1.3 Parque Central Club Residencial

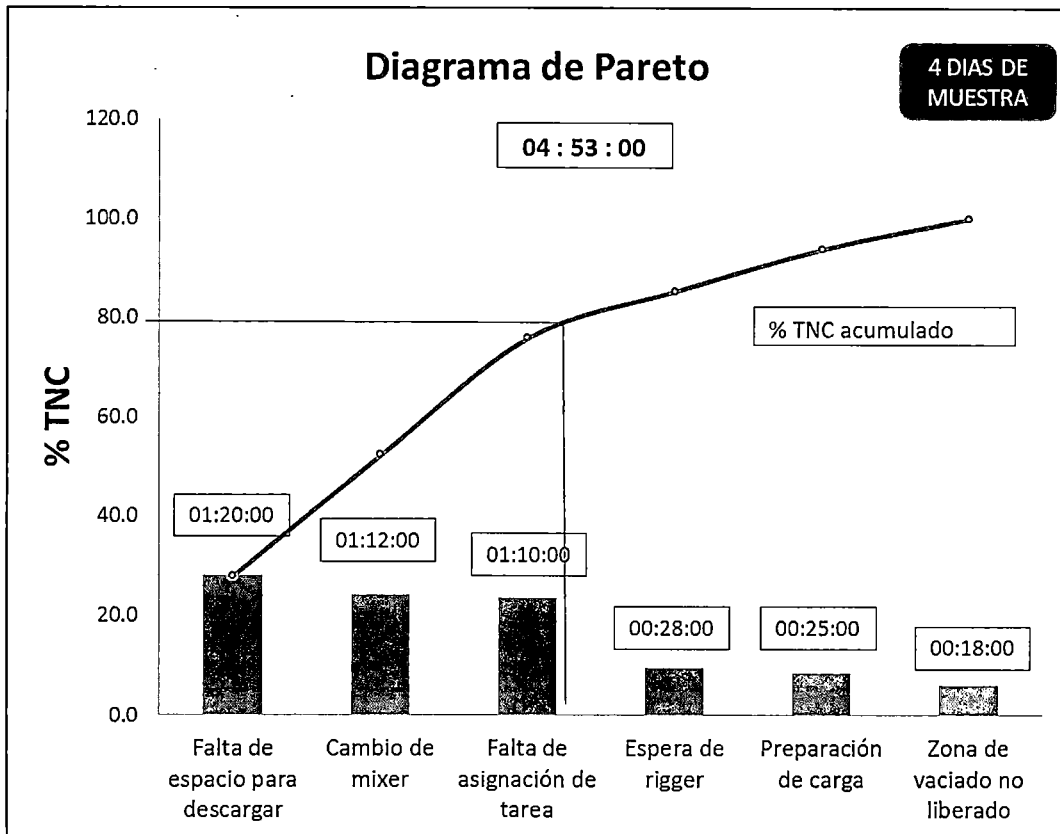


Gráfico N°3.8 Diagrama de Pareto en obra Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia a diferencia de las obras analizadas anteriormente, esta tiene acumulaciones de tiempo no contributivo muy pequeñas, lo que comprueba una vez más lo planteado inicialmente acerca de la curva de aprendizaje que se maneja en obra.

Dentro de las principales causas que detienen el flujo de las actividades se identificó que la zona de descarga estaba ocupada con algunos materiales o en algunos casos desmonte, por lo cual la grúa debía esperar a que se desocupe el área para poder continuar con sus labores (ver Gráfico N°3.8).

La segunda causa que genera la mayor cantidad de tiempo muerto es el cambio de mixers. Aunque no es mucho, este tiempo muerto debería evitarse en las obras ya que los trenes de avance están marcados con la actividad de vaciado de concreto por lo cual debe ser priorizado.

3.5.1.4 Edificio Corporativo GyM

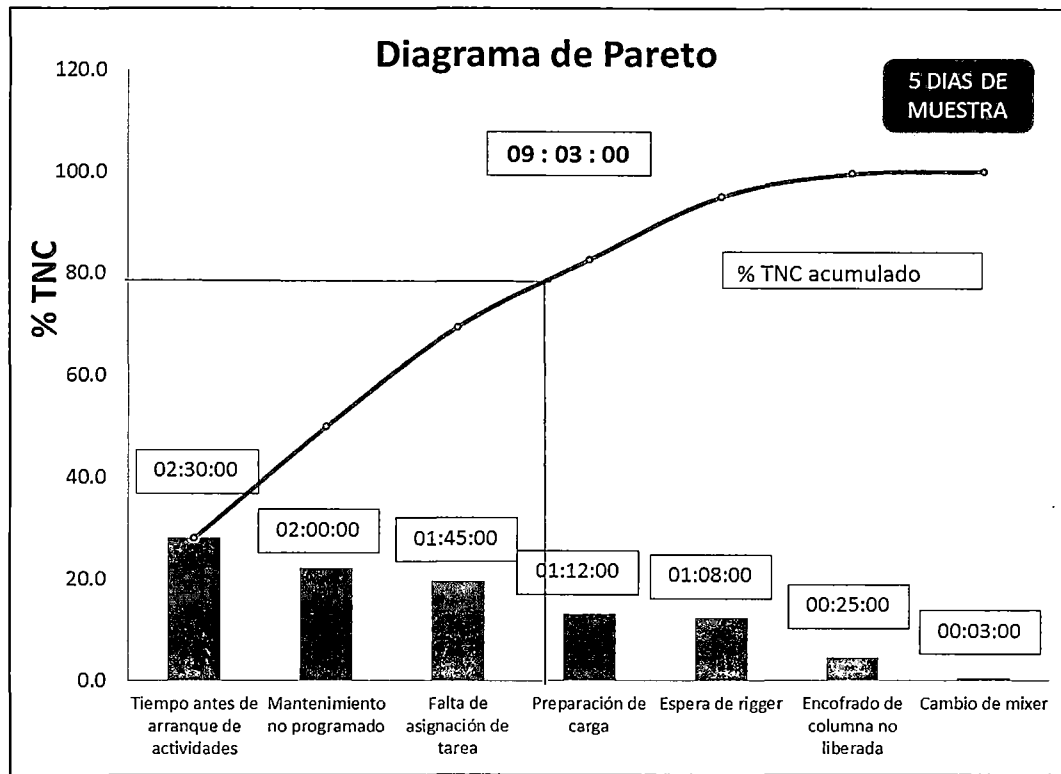


Gráfico N°3.9 Diagrama de Pareto en obra Edificio Corporativo GyM.

Fuente: Elaboración propia.

En esta obra se obtuvo que el mayor TNC era originado por el tiempo que se demoran antes de empezar las actividades en la mañana (ver Gráfico N°3.9), como segunda causa encontramos a los problemas originados por no realizar un mantenimiento adecuado ya que debido a esto la grúa en la obra dejaba de trabajar por un tiempo prolongado en la cual las actividades que dependía directamente de la grúa no pudieron ser realizadas.

Otra de las causas más frecuentes en esta obra se debía a la falta de programación que existía por parte de los ingenieros encargados, como paso en las obras anteriores se presentaron tiempos muertos debido a una falta de asignación de tarea.

Como último punto se puede mencionar otra causa de TNC que depende del trabajo que realizan los riggers, especialmente el que se encuentra en la zona de carga del material, este ocurre cuando el rigger no tiene lista la carga para ser transportada generando atrasos en el inicio del resto de actividades.

3.5.2 Análisis con Diagrama de Ishikawa

Teniendo identificadas las principales causas de tiempos no contributorios en las obras podemos seleccionar las más comunes a todas y analizar los orígenes de estos para poder plantear las soluciones que estén más de acorde con cada una, para lo cual se empleara la herramienta del Diagrama de Ishikawa y se realizara el análisis de causa y efecto correspondiente a cada motivo de TNC.

3.5.2.1 Espera de mixers

Los tiempos de espera por llegada de los mixers en algunas obras llegan a ser demasiado impactantes, llegando a tener a la grúa sin actividad por más de una hora al día, generando que el resto de actividades posteriores al vaciado se amarren y vayan en cadena, teniendo como cuello de botella al vaciado es importante evitar en lo posible tener dificultades con esto, o tener en contingencia una medida auxiliar al vaciado con grúa torre.

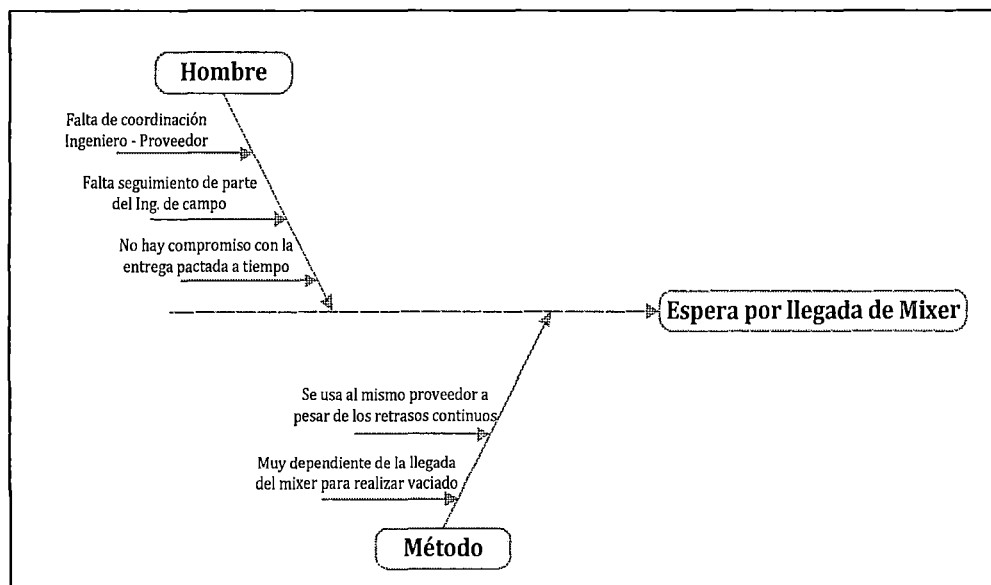


Gráfico N°3.10 Diagrama de Ishikawa para los paros por falta de mixers en obra.

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en el Gráfico N°3.10 la espera por llegada de mixers está estrechamente relacionado con el hombre y el método que se emplea, muestra también los principales puntos donde se debe trabajar en obra, teniendo en cuenta la importancia de la gestión en los proyectos.

3.5.2.2 Tiempo antes de arranque de actividades

Este problema fue descrito brevemente dentro del análisis de los flujos diarios de las obras, afectando con ella a todas aquellas actividades que dependen de la llegada o abastecimiento de materiales para poder iniciar su trabajo. Es importante tener en mente el punto de partida de la ejecución de todo proceso constructivo el cual empieza desde el acarreo del material a la zona de trabajo ya que sin los materiales necesarios no se podría ejecutar ninguna actividad más; debido al impacto que tiene en la obra se debe prever no tener paros como estos que afecten a todo el ciclo en conjunto.

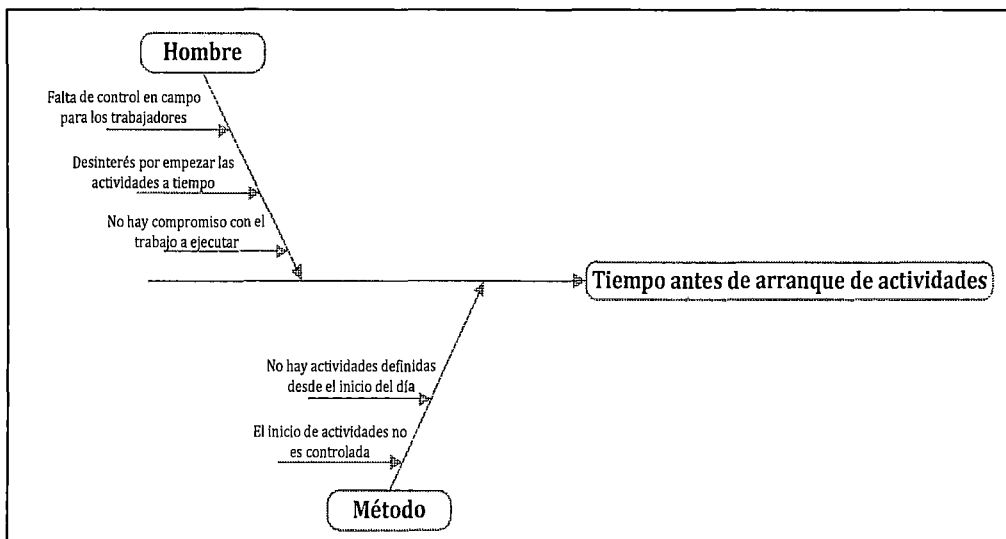


Gráfico N°3.11 Diagrama de Ishikawa para el paro antes del arranque de actividades.

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo de paro antes del arranque de actividades puede deberse principalmente al seguimiento que se hace en obra como se muestra en el Gráfico N°3.11 en la cual el trabajo del Ingeniero de campo es fundamental.

Este tiempo muerto está relacionado al anterior ya que también se da por una pobre planificación de las actividades acompañado del desinterés que tienen los trabajadores en iniciar las actividades a tiempo, lo que se debería trabajar como una cultura que generaría que no se tenga que controlar el inicio de las actividades si no que muestre pro actividad por parte de los involucrados en las mismas.

3.5.2.3 Falta de asignación de tarea

La falta de asignación de tarea es sin lugar a duda el punto que se debe atacar en toda obra, empleando una planificación de acorde al proyecto tratando siempre de emplear la grúa de la manera más productiva posible.

Este problema se evidencia cuando se ve a las grúas en los proyectos paradas por un determinado tiempo hasta que se le indique alguna actividad por realizar, pudiendo estar por un tiempo prolongado esperando indicaciones ya que no tienen a mano una lista o una programación adecuada de las actividades que debe realizar en el día.

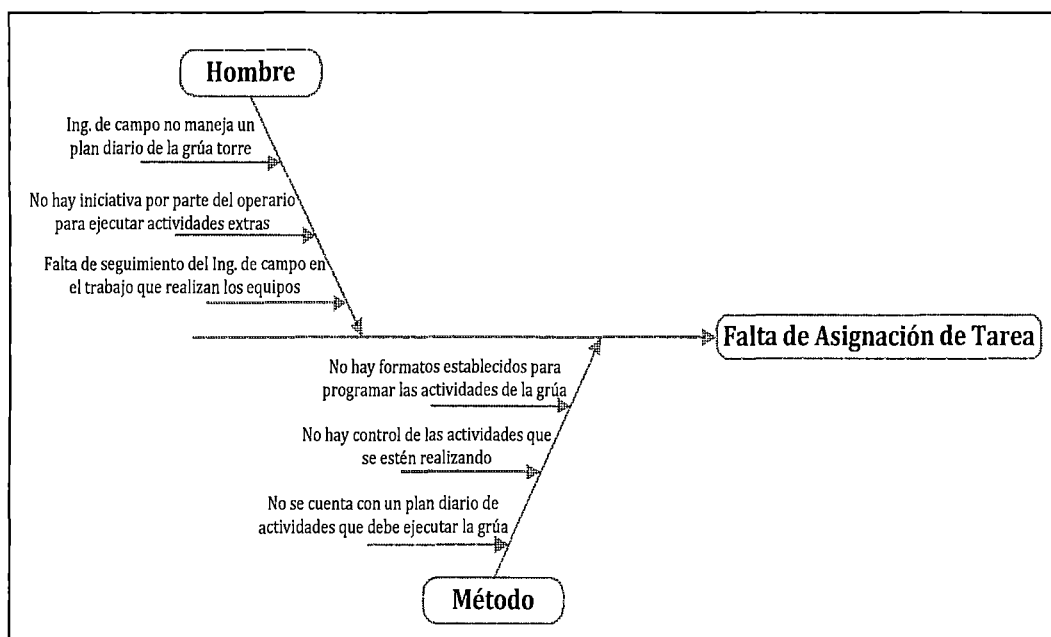


Gráfico N°3.12 Diagrama de Ishikawa para el paro por falta de asignación de tarea.

Fuente: Elaboración propia.

La falta de planificación de las actividades que realiza la grúa recae fundamentalmente en el planeamiento que debe realizar el Ingeniero de campo y el seguimiento que este le hace a los equipos ya que se emplea normalmente en toda obra pero sin buscarse su uso más adecuado aprovechando las bondades que cada uno ofrece.

En la Gráfica N°3.12 se muestran las causas más resaltantes que dan como resultado este motivo de tiempo muerto.

3.5.2.4 Mantenimiento no programado

Uno de los puntos por los cuales no deberían suceder paros es debido a no programar el mantenimiento de la grúa adecuadamente, debido a que no solo origina tiempos muertos, si no también pone en peligro a los trabajadores que están cercanos a ella, todos los equipos deben contar con un mantenimiento preventivo y se debe cumplir sin sobrepasar las horas permitidas de trabajo.

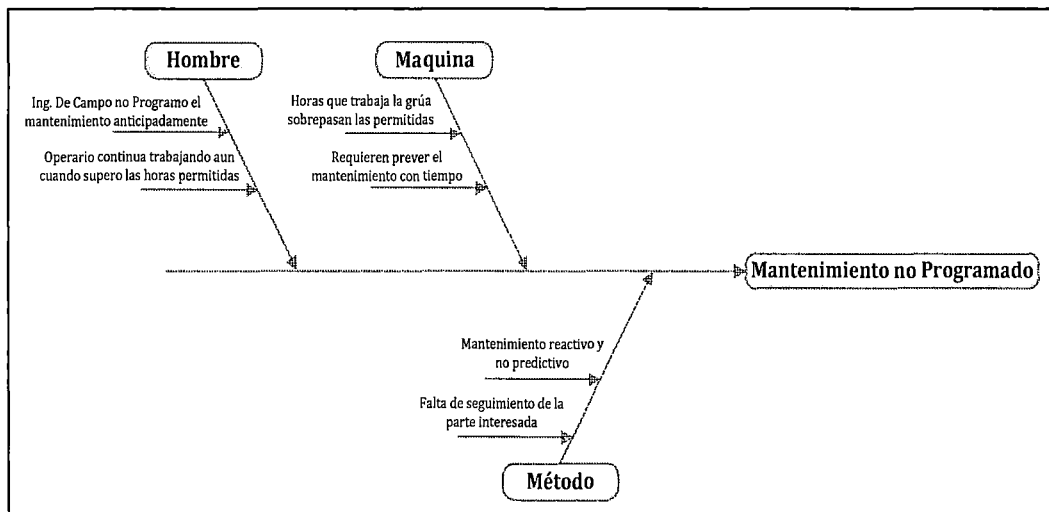


Gráfico N°3.13 Diagrama de Ishikawa para los paros por mantenimiento no programado.

Fuente: Elaboración propia.

El mantenimiento preventivo en lugar del reactivo sería una de las propuestas más simples para solucionar y evitar que pasen este tipo de problemas, además en la Gráfica N°3.13 se muestran algunas otras causas que originan este paro las cuales también deben ser atacadas con el equipo de proyecto.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS PROCESOS MÁS REPETITIVOS

Toda operación de construcción es susceptible de ser mejorada ya sea al inicio de la misma o durante su ejecución. Dentro de un proceso de mejora continua, se debe buscar la mejora de los procesos constructivos a lo largo de todo el tiempo que dure el Proyecto. Siguiendo este fin, el estudio de productividad se enfoca en reducir los tiempos improductivos (esperas, viajes con las manos vacías, tiempos ociosos, etc), las interferencias con otras actividades, el uso inadecuado de equipos, etc.

La carta de balance es un gráfico de barras verticales que tiene como ordenada el tiempo, y en la abscisa se indican los recursos (obreros, equipos, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Cada barra se subdivide para mostrar el tiempo dedicado a cada uno de los diferentes tipos de actividades que se realizan. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graficado en el mismo período de tiempo, la relación de éstos se puede ver mediante una comparación de líneas horizontales, pudiendo determinarse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo.

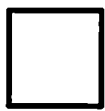
El objetivo de la carta balance es estudiar la eficiencia del proceso constructivo, más que la eficiencia del obrero. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo es la reasignación de tareas entre los miembros del proceso o la modificación del tamaño de la cuadrilla.

De esta manera, se procederá a presentar los procesos más repetitivos identificados en el estudio del trabajo de la grúa torre en la obra Parques de San Martín, señalando el recorrido de los materiales acarreados desde su llegada a la obra hasta su colocación, identificando el personal que interviene durante ese proceso.

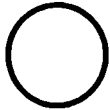
Además se presentara cartas balance de esos procesos para luego ser analizados y comparados estos mismos procesos entre diferentes obras de edificación (estas obras son ejecutadas por la misma empresa constructora, en simultaneo), haciendo uso de la herramienta carta balance y cuadros comparativos de tiempos promedios para cada proceso identificado en cada obra estudiada.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS MÁS REPETITIVOS

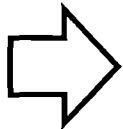
En la ejecución de proyectos de edificación se suele hacer la programación con el uso de trenes de trabajo, donde se especifica las actividades repetitivas y las más incidentes en la duración del proyecto. Se detallara los procesos más repetitivos en la obra Parques de San Martín, explicando el proceso por el que pasan los materiales desde la llegada a la obra hasta su puesta en obra. Se hará uso de la simbología recomendada por la OIT (Organización Internacional del Trabajo):



Inspección: Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas.



Operación: Indica las principales fases del proceso o procedimiento.



Transporte: Indica el movimiento de materiales y equipos de un lugar a otro dentro de la obra.



Demora: Indica demora en el desarrollo de los hechos, por ejemplo: trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesiva.



Almacenamiento: Indica depósito de un elemento, bajo vigilancia en un almacén, donde se le recibe mediante alguna forma de autorización.

4.1.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal:

Procedimiento:

Las barras de acero longitudinal llegan a la obra en paquetes organizados por su diámetro. El camión descarga los paquetes con su brazo hidráulico a un banco de almacenamiento de barras de acero. En este lugar se quedan por varios días, hasta que se necesiten y sean cortados y doblados en la zona de habilitación de acero. Luego son llevados por el mini cargador a un lugar cercano a la grúa torre para que pueda ser trasladado a la zona de producción de la edificación. Finalmente, las barras de acero son colocadas por los operarios en la zona de producción (ver Gráfico y Tabla N°4.1).

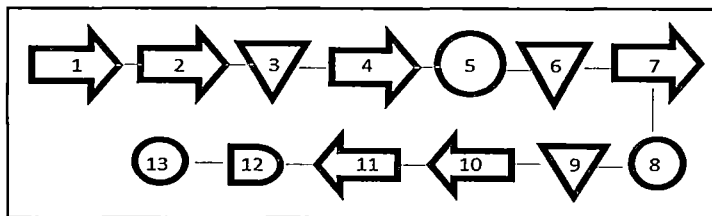


Gráfico N°4.1 Representación simbólica del estado del material en la obra

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4.1 Detalle de procesos. Acero Longitudinal

1	Llegada del acero	Llega un camión cargado de paquetes de acero, ingresa por la puerta principal como muestra el gráfico.
2	Colocación al Banco	El camión descarga los paquetes de acero en un banco de almacenamiento de acero
3	Almacenamiento	Las barras de acero permanecen en el lugar hasta que se necesiten
4	Traslado a Cortadora	Se trasladan las barras de acero con ayuda del mini cargador a la zona de la cortadora
5	Cortado	El acero es cortado de acuerdo a las especificaciones
6	Almacenamiento	Los aceros ya cortados se agrupan cerca al doblador
7	Traslado a Dobrador	Los ayudantes trasladan los aceros cortados al doblador
8	Doblar	Los aceros son doblados por un operario
9	Almacenamiento	Se agrupan los aceros ya habilitados
10	Traslado a zona de acopio	El mini cargador traslada las barras de acero ya habilitadas a una zona donde la grúa torre pueda llegar
11	Traslado a zona de producción	La grúa torre traslada el paquete habilitado a la zona de producción donde serán colocadas
12	Espera	Los paquetes de acero habilitados se acopian en un lugar central de la zona de producción
13	Colocación del acero longitudinal	La subcontrata de fierros se encarga de la colocación de los aceros longitudinales

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.1 Zona de habilitación de acero. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

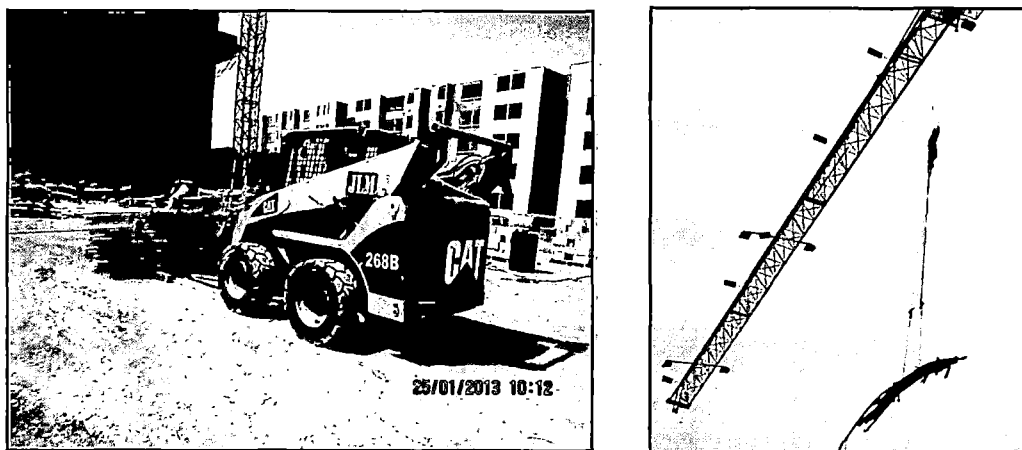


Figura N°4.2 Traslado del acero longitudinal. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

Personal Requerido: Se detalla las personas que participan en la actividad.

Tabla N°4.2 Detalle del personal requerido. Acero longitudinal

Ubicación	Cant.	Personal	Tarea
Zona de habilitación	3	Habilitadores	Cortan, doblan y amarran las barras de acero.
Zona exterior a la edificación	1	Rigger exterior	Engancha la carga al cable de la grúa
Zona interior a la edificación	1	Rigger interior	Desengancha el cable de la grúa
Dentro del minicargador	1	Maquinista del minicargador	Maneja el mini cargador
Dentro de la grúa torre	1	Maquinista de la grúa torre	Maneja la grúa torre
Zona de producción de la edificación	1	Cuadrilla de fierros	Colocan las varillas de acero

Fuente: Elaboración propia

Recorrido en la obra:

Se muestra el recorrido de las barras de acero longitudinal (Gráfico N°4.2), desde que llegan a la obra por la puerta principal. Los números en el gráfico están de acuerdo a los números de la Tabla N°4.1 con algunas imágenes en las Figuras N°4.1 y N°4.2. La circunferencia de color guinda representa el alcance de la grúa torre.

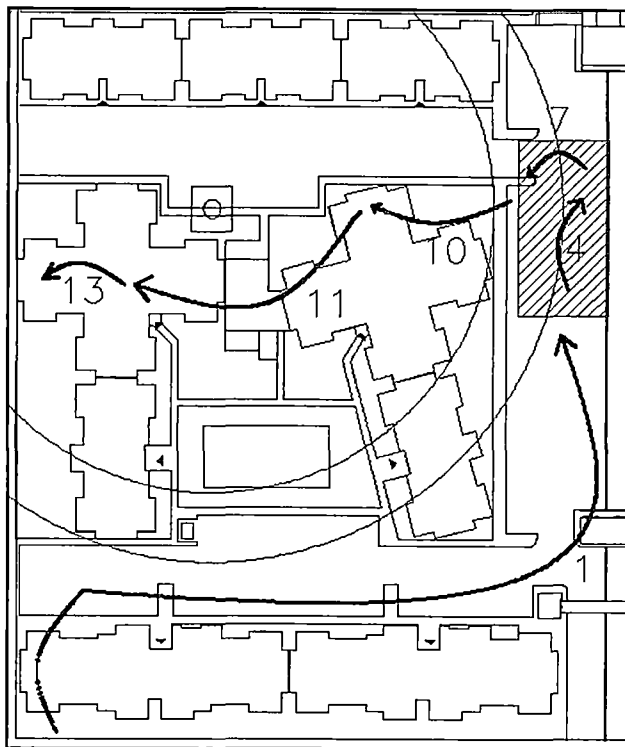


Gráfico N°4.2 Recorrido del Acero longitudinal. Parques de San Martín
Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Abastecimiento de mallas electro soldadas:

Procedimiento:

Las mallas de acero electro soldadas llegan cargadas apiladas en un camión. El camión descarga los paquetes con su brazo hidráulico sobre palos de madera que sirven de espaciadores entre el suelo y las mallas (ver Figura N°4.3). En este lugar se quedan por varios días, hasta que se necesiten. La grúa torre traslada las mallas a la parte superior de la edificación donde son colocadas por los operarios (ver Figura N°4.4). A continuación, se muestra un esquema de los procesos por lo que pasan las mallas electro soldadas en el Gráfico N°4.3; los números están detallados en la Tabla N°4.3.

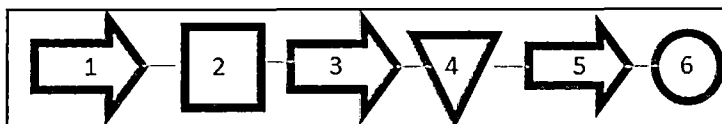


Gráfico N°4.3 Representación simbólica del estado del material en la obra
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4.3 Detalle de procesos. Mallas electro soldadas

1	Llegada de mallas	Llega un camión cargado de mallas, ingresa por la puerta principal como muestra el gráfico.
2	Inspección	Se inspecciona la carga y la zona donde se descargara
3	Descarga	El camión descarga las mallas
4	Almacenamiento	Las mallas son almacenadas hasta que se necesiten
5	Transporte	La grúa torre traslada las mallas electro soldadas a la zona de producción
6	Colocación	Las mallas son colocadas en su posición final de producción

Fuente: Elaboración propia

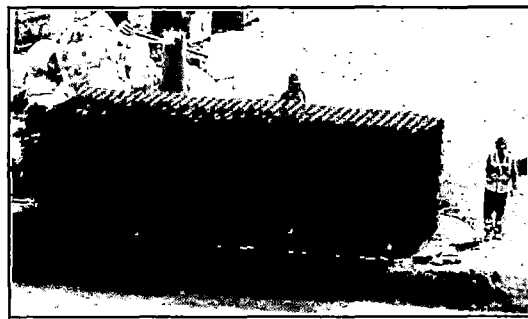
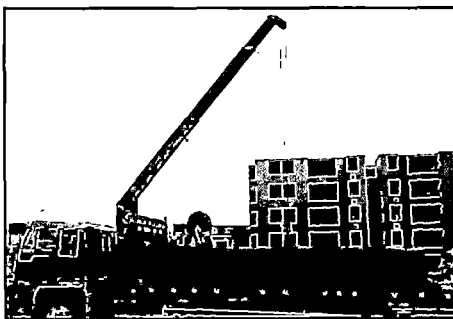


Figura N°4.3 Almacenamiento de mallas de acero electro soldadas. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

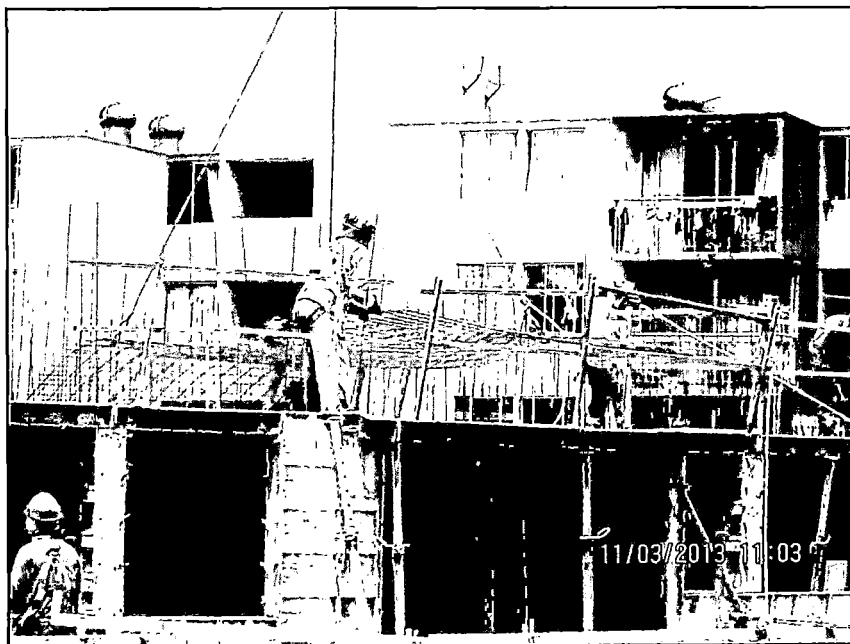


Figura N°4.4 Colocación de malla de acero electro soldado. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

Personal Requerido: Se detalla las personas que participan en la actividad.

Tabla N°4.4 Detalle del personal requerido. Mallas electro soldadas

Ubicación	Cant.	Personal	Tarea
Zona exterior a la edificación	1	Ing. de seguridad	Inspecciona que la descarga de las mallas sea segura
Zona exterior a la edificación	1	Rigger exterior	Engancha la carga al cable de la grúa
Zona interior a la edificación	1	Rigger interior	Desengancha el cable de la grúa
Dentro de la grúa torre	1	Maquinista de la grúa torre	Maneja la grúa torre
Zona exterior a la edificación	1	Ayudante exterior	Ayuda al rigger exterior a amarrar las mallas
Zona interior a la edificación	1	Cuadrilla de mallas	Coloca las mallas en su posición final de producción

Fuente: Elaboración propia

Recorrido en la obra:

Se muestra el recorrido de las mallas, desde que llegan a la obra por la puerta principal (Gráfico N°4.4). Los números en el gráfico están de acuerdo a los números de la Tabla N°4.3. La circunferencia de color guinda representa el alcance de la grúa torre.

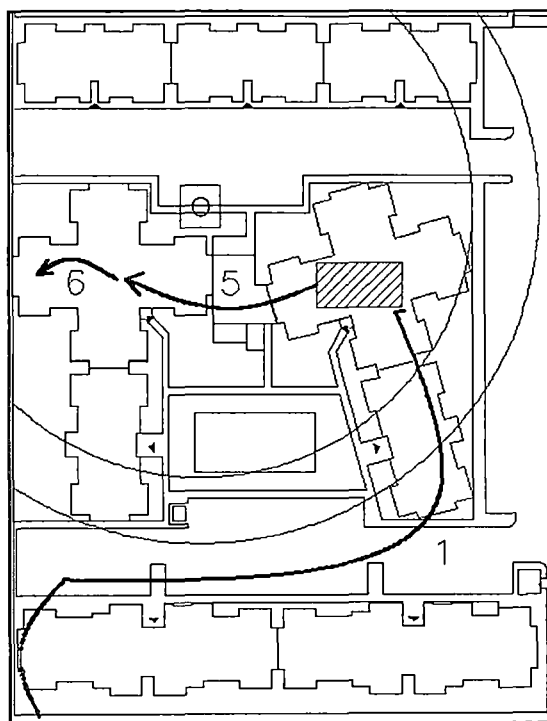


Gráfico N°4.4 Recorrido de las mallas electro soldadas. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Abastecimiento de bloques de concreto:

Procedimiento:

Los bloques de concreto llegan a la obra en camión, ordenados sobre taburetes de maderas que facilitan su transporte (ver Figura N°4.5). Luego son descargados a la zona de acopio por el mini cargador. Finalmente son trasladados de ese lugar a la parte superior de la edificación usando un cajón metálico con capacidad máxima de 1.7 ton, siendo la carga de los bloques de concreto de 1.3 ton (ver Figura N°4.6). En la parte superior, los bloques son maniobrados por los ayudantes de las cuadrillas a su respectivo lugar. A continuación, se muestra un esquema de los procesos por lo que pasan los bloques de concreto en el Gráfico N°4.5; los números están detallados en la Tabla N°4.5.

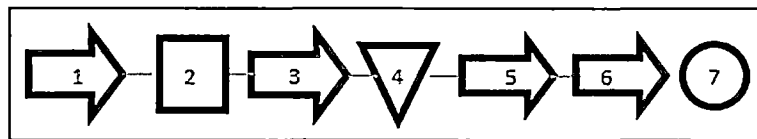


Gráfico N°4.5 Representación simbólica del estado del material en la obra

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4.5 Detalle de procesos. Bloques de concreto

1	Llegada de bloques	Llega un camión cargado de bloques de concreto
2	Inspección	Se inspecciona la carga y la zona donde se descargara
3	Descarga	El mini cargador descarga los bloques a la zona de acopio
4	Almacenamiento	Los bloques son almacenadas hasta que se necesiten
5	Transporte	La grúa torre traslada los bloques de concreto a la zona de producción
6	Transporte	Los ayudantes trasladan los bloques a los lugares donde serán colocados
7	Colocación	Los bloques son colocados por operarios albañiles

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.5 Bloques de concreto. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°4.6 Traslado de bloques de concreto. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

Personal Requerido: Se detalla las personas que participan en la actividad.

Tabla N°4.6 Detalle del personal requerido. Bloques de concreto

Ubicación	Cant.	Personal	Tarea
Zona interior a la edificación	3	Ayudantes	Trasladan los bloques de concreto al área donde serán colocadas
Zona exterior a la edificación	1	Rigger exterior	Engancha la carga al cable de la grúa
Zona interior a la edificación	1	Rigger interior	Desengancha el cable de la grúa
Dentro del mini cargador	1	Maquinista del mini cargador	Maneja el mini cargador
Dentro de la grúa torre	1	Maquinista de la grúa torre	Maneja la grúa torre
Zona interior a la edificación	1	Cuadrilla de albañiles	Colocan los bloques de concreto con mortero y arman los muros

Fuente: Elaboración propia

Recorrido en la obra:

Se muestra el recorrido de los bloques de concreto, desde que llegan a la obra por la puerta principal (Gráfico N°4.6). Los números en el gráfico están de acuerdo a los números de la Tabla N°4.5. La circunferencia de color guinda representa el alcance de la grúa torre.

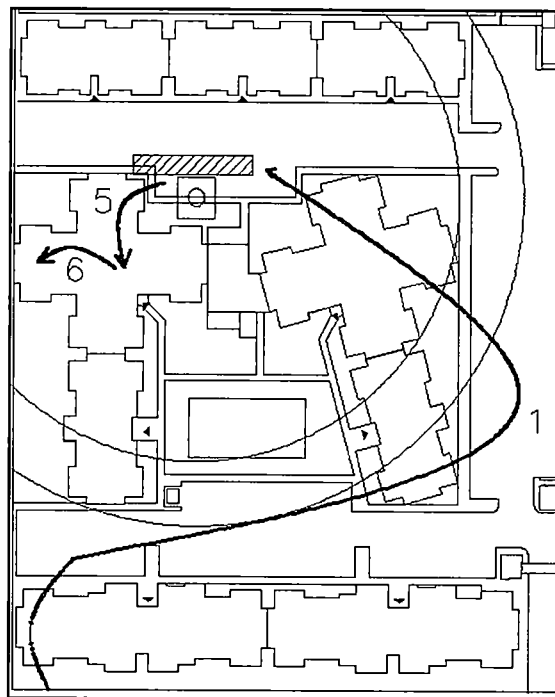


Gráfico N°4.6 Recorrido de los bloques de concreto. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Vaciado de concreto:

Procedimiento:

El concreto llega a la obra en mixers de capacidad máxima de 8 metros cúbicos. Se estacionan dentro de la obra, en áreas libres a esperar. Luego se acercan a la edificación para que la grúa traslade el concreto con un balde metálico de capacidad máxima de 0.75 m^3 (ver Figura N°4.6). El concreto es descargado del balde por gravedad, el rigger interior es el que maniobra el balde metálico mientras que la cuadrilla de vaciado se encarga de trabajar el vaciado (ver Figura N°4.7). A continuación, se muestra un esquema de los procesos por lo que pasa el concreto en el Gráfico N°4.7; los números están detallados en la Tabla N°4.7.

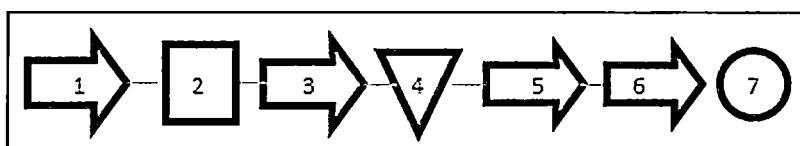


Gráfico N°4.7 Representación simbólica del estado del material en la obra

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°4.7 Detalle de procesos. Vaciado de concreto

1	Llegada de mixers	Llegan los mixers a la obra
2	Inspección	Se verifica el slump del concreto
3	Demora	Se espera a que se termine el mixer anterior
4	Traslado	Se estaciona cerca de la edificación
5	Traslado	El concreto es trasladado a la zona de producción
6	Descarga	El rigger descarga el concreto
7	Vibrado y Acabado	La cuadrilla vibra y le da el acabado a la losa

Fuente: Elaboración propia

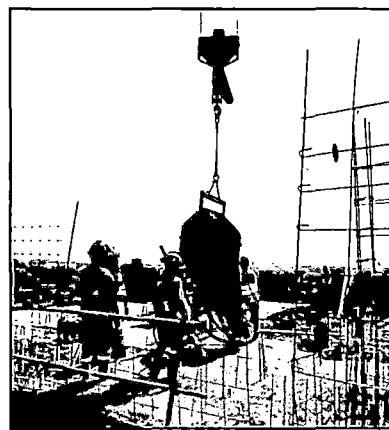
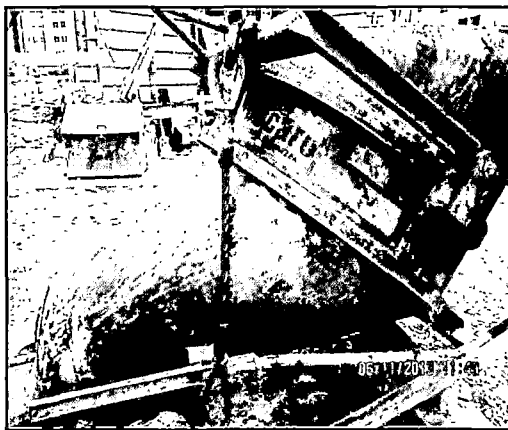


Figura N°4.7 Vaciado de concreto con balde metálico. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

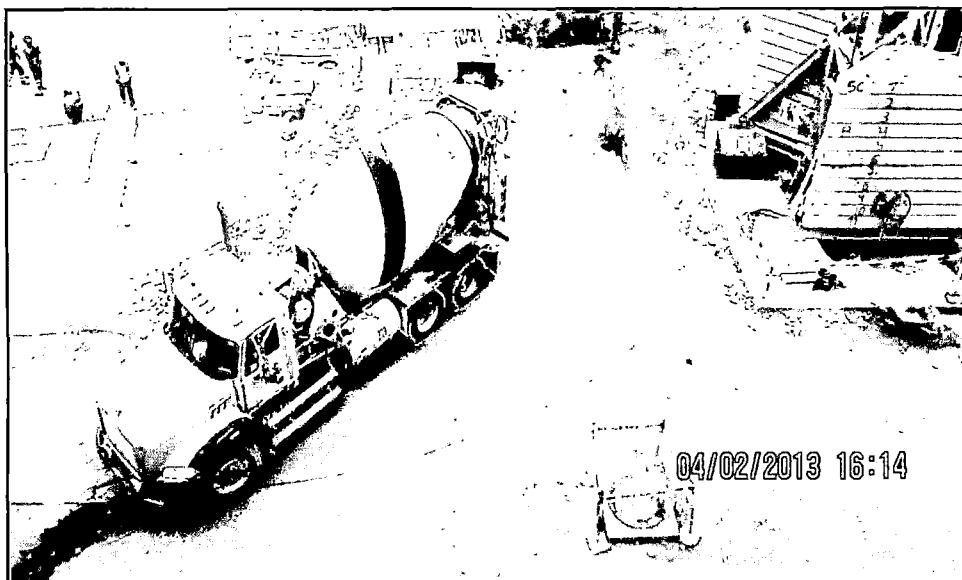


Figura N°4.8 Camión mixer. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia.

Personal Requerido: Se detalla las personas que participan en la actividad.

Tabla N°4.8 Detalle del personal requerido. Vaciado de concreto

Ubicación	Cant.	Personal	Tarea
Zona exterior a la edificación	1	Ayudante concretero	Mide el slump del concreto
Zona exterior a la edificación	1	Rigger exterior	Engancha el balde de concreto a la grúa
Zona interior a la edificación	1	Rigger interior	Descarga el concreto
Dentro de la grúa torre	1	Maquinista de la grúa torre	Maneja la grúa torre
Zona interior a la edificación	1	Cuadrilla de vaciado	Vibran y lampean el concreto. Dan el acabo al piso.

Fuente: Elaboración propia

Recorrido en la obra:

Se muestra el recorrido del concreto (Gráfico N°4.8), desde que llegan a la obra por la puerta principal. Los números en el gráfico están de acuerdo a los números de la Tabla N° 4.7. La circunferencia de color guinda representa el alcance de la grúa torre.

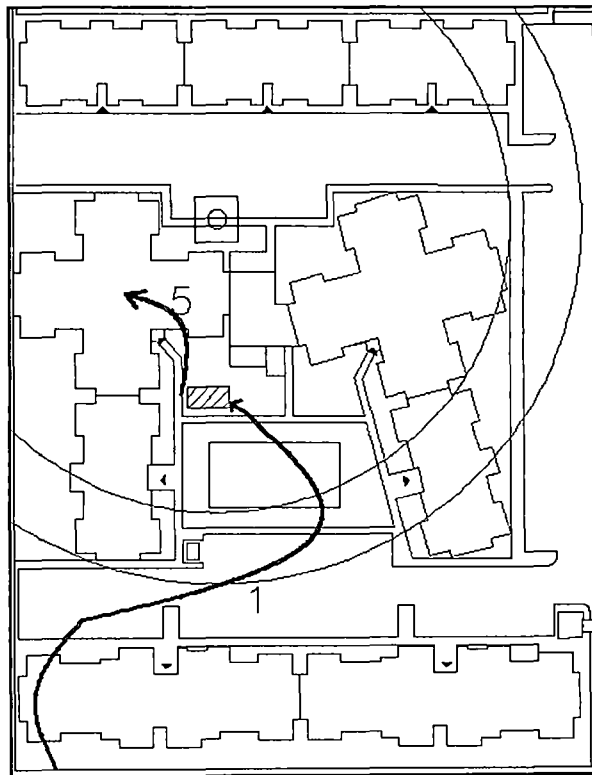


Gráfico N°4.8 Recorrido del concreto pre mezclado. Parques de San Martín

Fuente: Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS POR EL MÉTODO DE CARTA BALANCE

Se procederá a estudiar el trabajo de la grúa torre dentro de los procesos detallados anteriormente, haciendo uso de la herramienta carta balance. Se presentara también cartas balance de los mismos procesos realizados en otras obras de edificación con el fin de conocer cómo se trabaja en otras obras y así tenerlo en cuenta para la mejora del trabajo de la grúa.

4.2.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal:

4.2.1.1 Obra: Parques de San Martín

Se muestra la carta balance (ver Gráfico N°4.9) donde se puede apreciar los recursos empleados para la realización de esta actividad como la grúa torre, un rigger que se encuentra en la parte exterior de la edificación (rig ext), un rigger que está en la parte interior de la edificación (rig int) y un mini cargador (bobcat) que se encarga de trasladar las barras de acero de la zona de acopio a la zona de acarreo (ver Figuras N°4.8 y N°4.9).

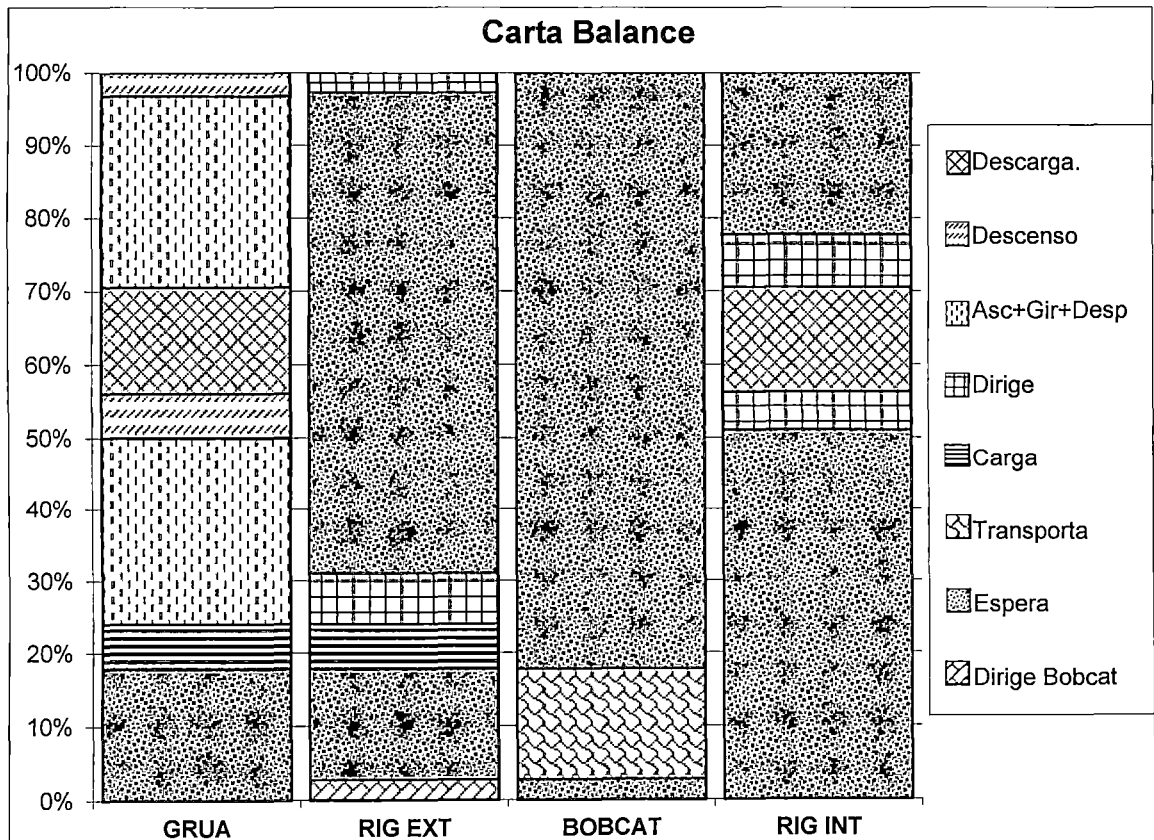


Gráfico N°4.9 Carta balance. Acero longitudinal. Parques de San Martín. 04/02/2013

Fuente: Elaboración propia

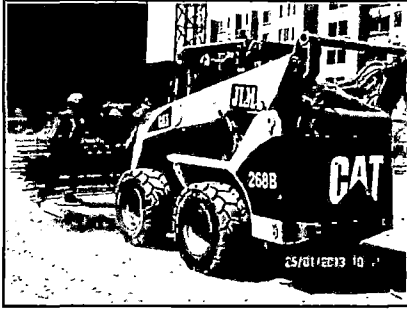


Figura N°4.9 Minicargador trasladando barras de acero

Fuente: Elaboración propia

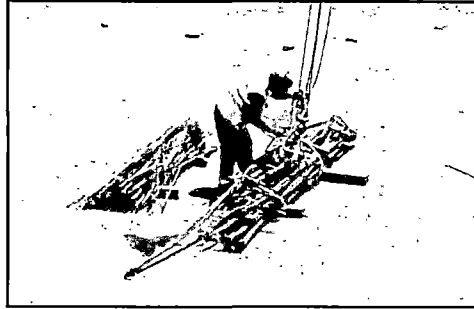


Figura N°4.10 Rigger exterior asegurando carga de barras de acero

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.2 Obra: Real 8

En esta obra, el acero longitudinal se usa para los elementos horizontales y verticales. Los miembros que intervienen en esta actividad son la grúa torre, un rigger exterior con su ayudante exterior y un rigger interior con su ayudante interior (ver Figuras N°4.10, N°4.11 y N°4.12). A continuación se muestra dos cartas balance, una de cada grúa torre en la obra (ver Gráfico N°4.10 y N°4.11).

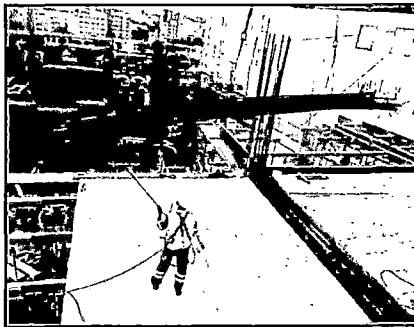


Figura N°4.11 Barras de acero llegando a la zona de producción

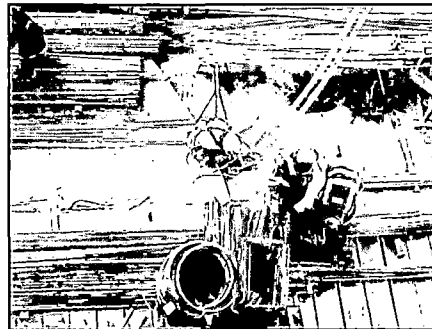


Figura N°4.12 Rigger exterior asegurando la carga de barras de acero



Figura N°4.13 Zona de acopio de las barras de acero

Fuente: Elaboración propia

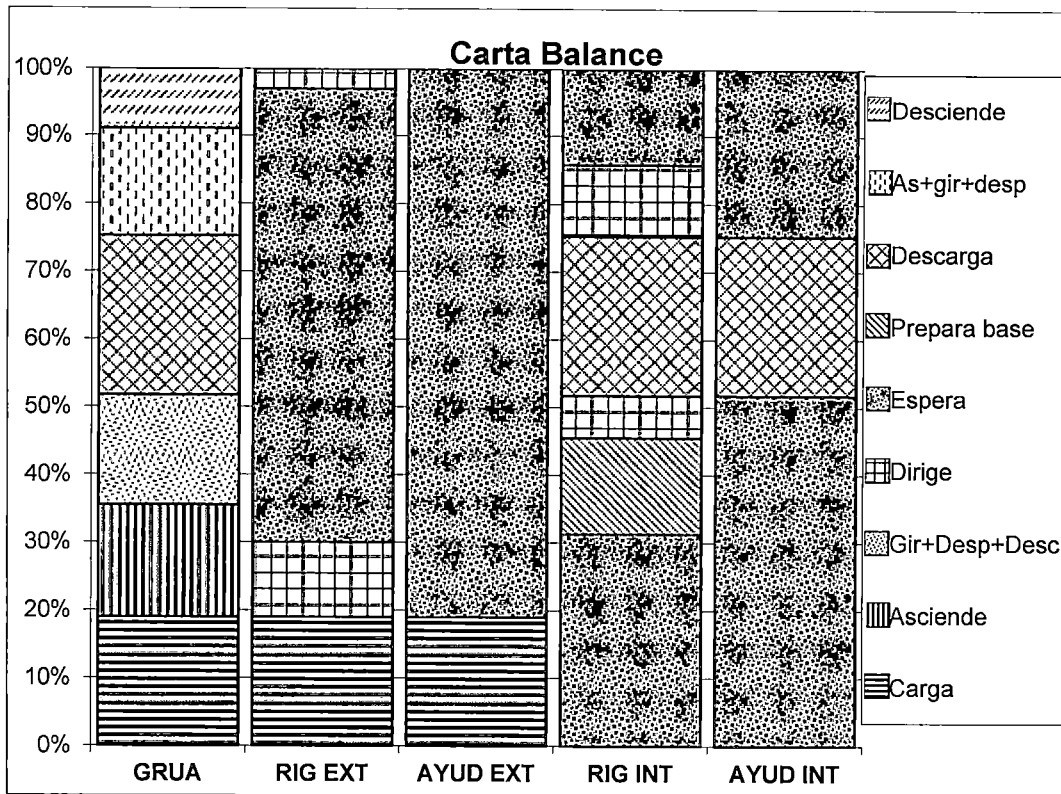


Gráfico N°4.10 Carta balance. Acero longitudinal. Real 8, grúa torre 1, 20/02/2013

Fuente: Elaboración propia

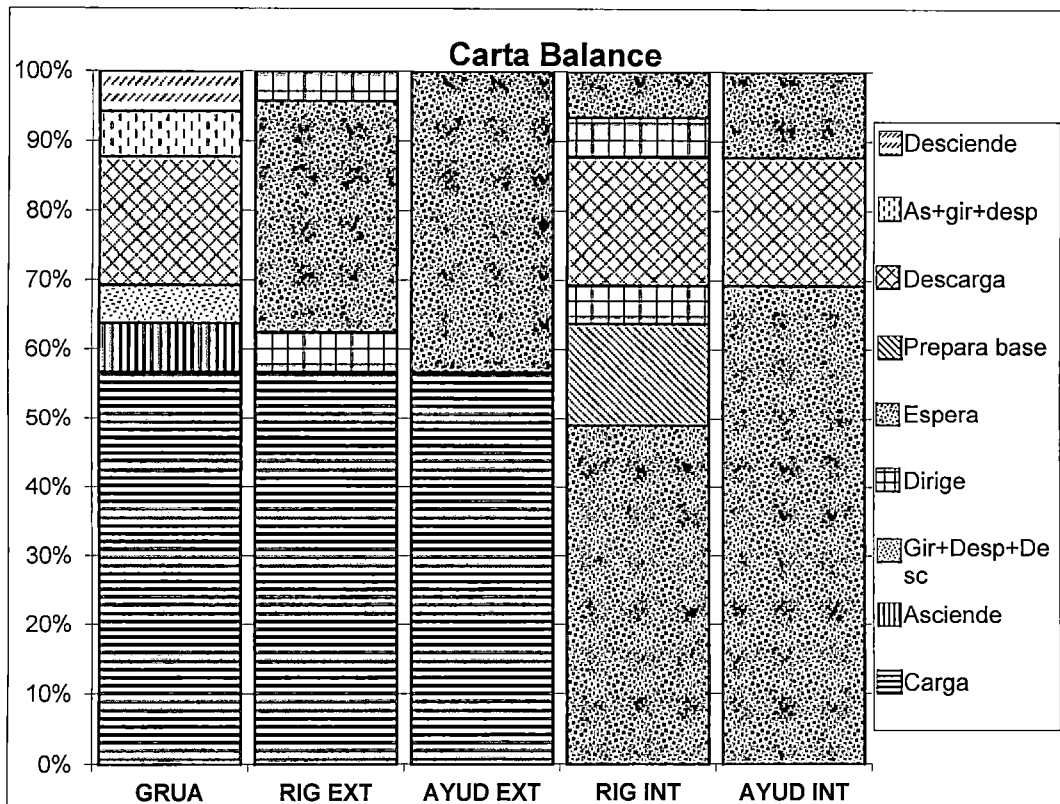


Gráfico N°4.11 Carta balance. Acero longitudinal. Real 8, grúa torre 2, 23/02/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.3 Obra: Parque Central Club Residencial

Se muestra la carta balance del día 08 de Marzo (ver Gráfico N°4.12), donde se ve que los miembros que participan en esta actividad son la grúa torre, un rigger exterior con su ayudante exterior y un rigger interior con su respectivo ayudante (ver Figuras N°4.13 y N°4.14).



Figura N°4.14 Rigger interior recibiendo la carga

Fuente: Elaboración propia

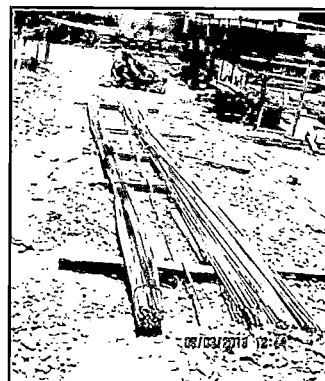


Figura N°4.15 Acero longitudinal en zona de acopio

Fuente: Elaboración propia

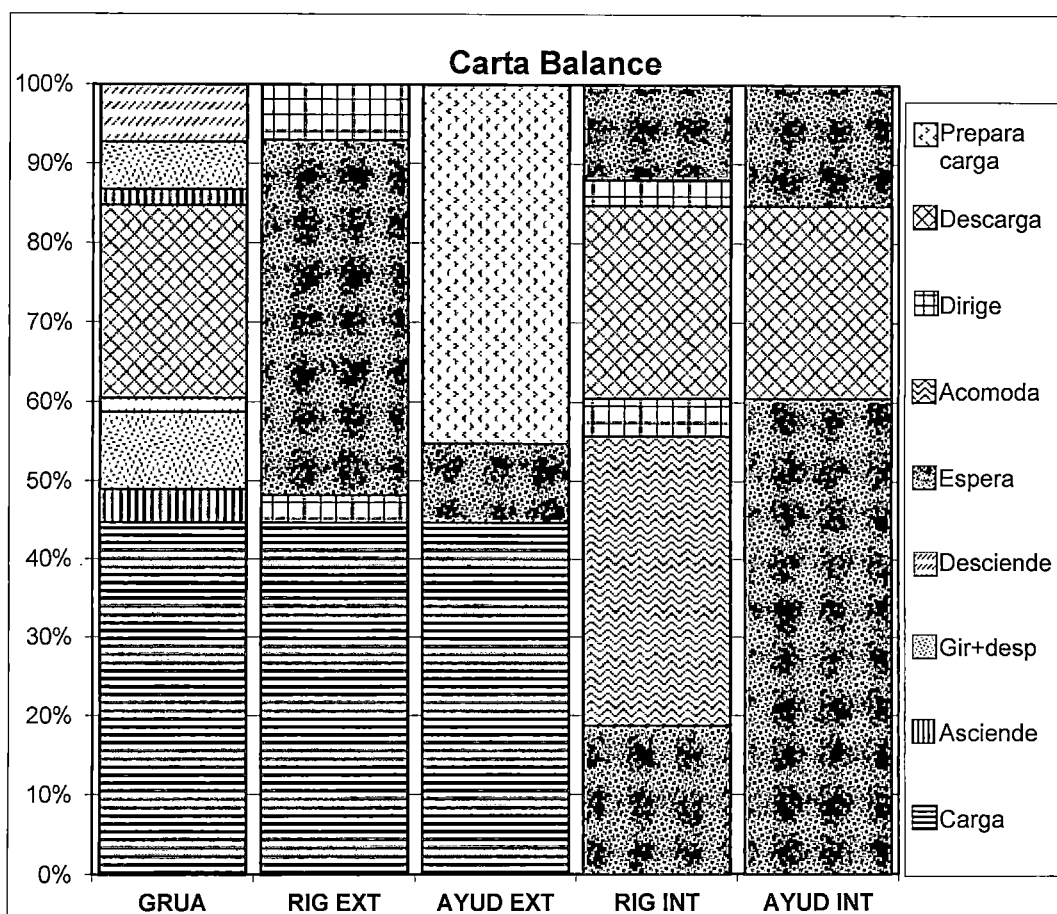


Gráfico N°4.12 Carta balance. Acero longitudinal. Parque Central Club Residencial, 08/03/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.4 Obra: Edificio Corporativo GyM

Se muestra la carta balance para esta obra (ver Gráfico N°4.13), donde intervienen la grúa torre, un rigger exterior con su ayudante exterior y un rigger interior con su ayudante interior (ver Figura N°4.15).

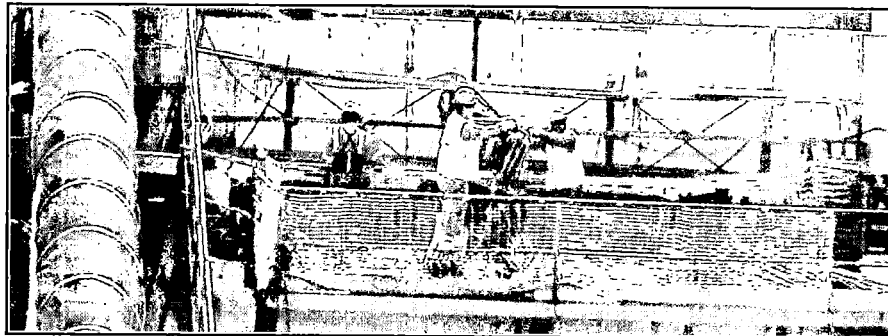


Figura N°4.16 Rigger exterior con su ayudante exterior asegurando carga
Fuente: Elaboración propia

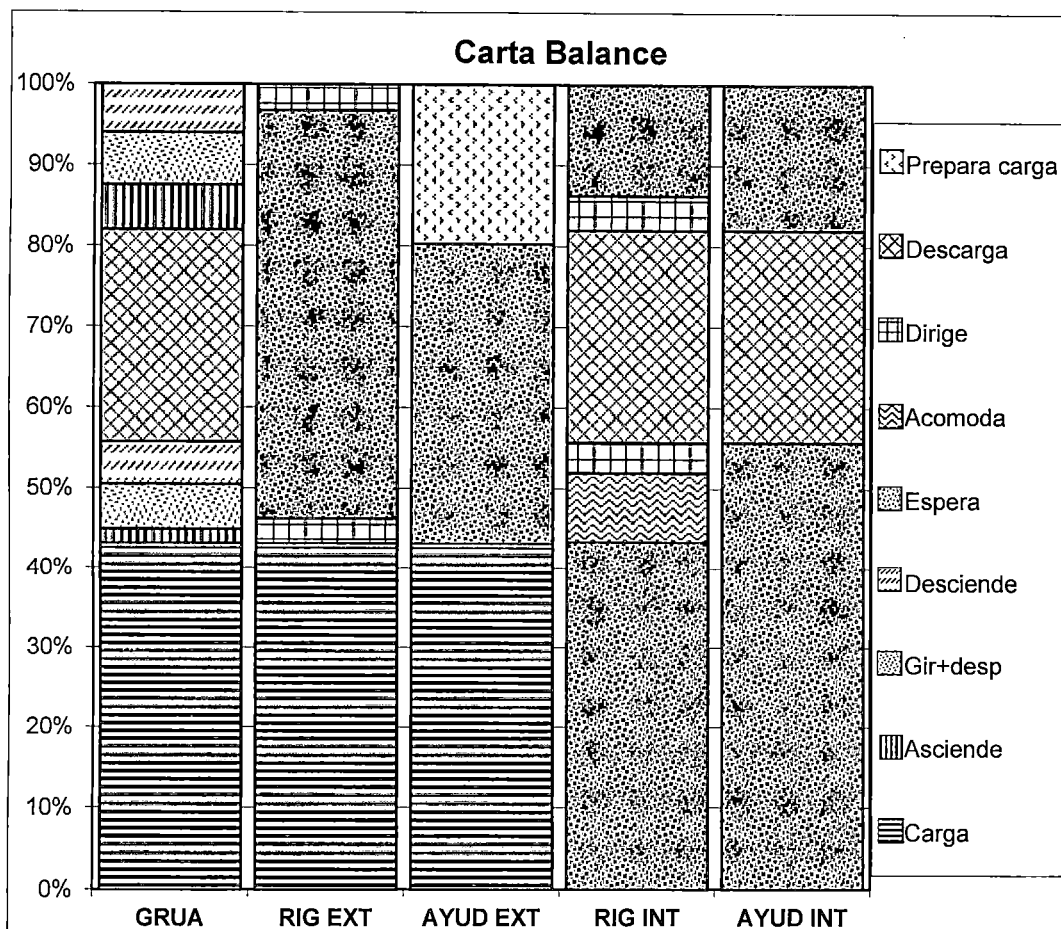


Gráfico N°4.13 Carta balance. Acero longitudinal. Edificio Corporativo de GyM, 20/03/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Abastecimiento de mallas de acero electro soldado:

4.2.2.1 Obra: Parques de San Martín

A continuación se muestra la carta balance (Gráfico N°4.14), donde participan la grúa torre, un rigger que se encuentra en la parte exterior con su ayudante exterior y un rigger interior. Las mallas electro soldadas son transportadas según el lugar donde vayan a ser colocadas, según la sectorización. Los cables de la grúa torre son enganchados en cuatro puntos distribuidos en los perímetros del grupo de mallas. Para poder enganchar los cables a las mallas, el rigger exterior con su ayudante, necesitan saber la cantidad de mallas que deben amarrar según el lugar a donde se dirija la grúa (Figuras N° 4.16 y 4.17).



Figura N°4.17: Zona de acopio de mallas electro soldadas

Fuente: Elaboración propia

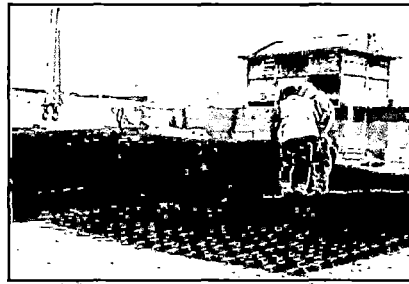


Figura N°4.18 Rigger exterior y ayudante acomodando las mallas electro soldadas

Fuente: Elaboración propia

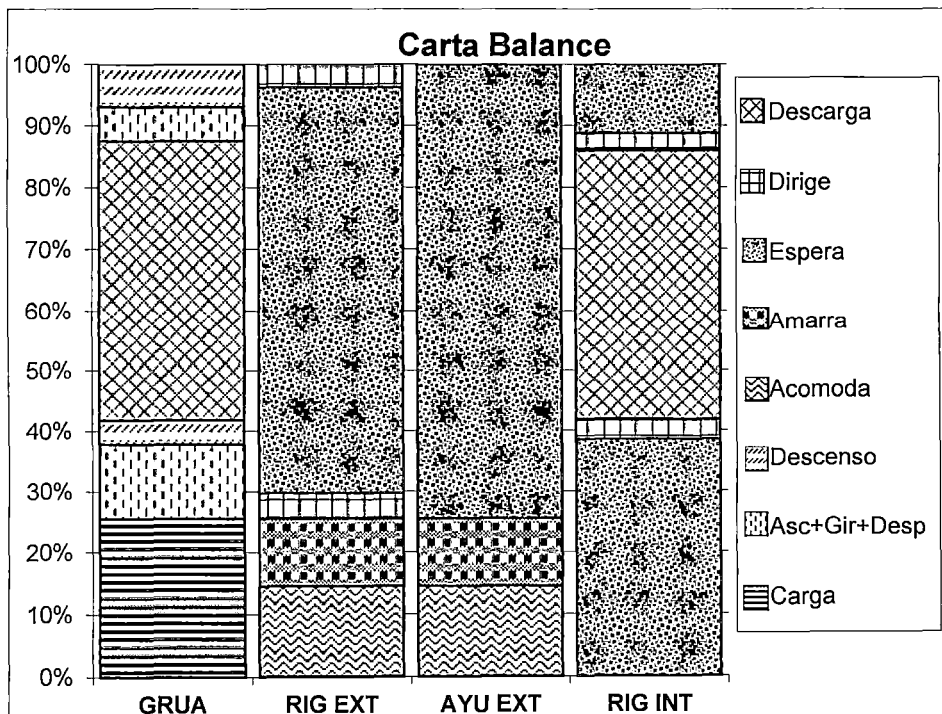


Gráfico N°4.14 Carta balance. Mallas de acero. Parques de San Martín, 04/02/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Obra: Parque Central Club Residencial

Se muestra la zona de acopio de las mallas electro soldadas que se encuentran ordenadas según sus dimensiones (Figura 4.18). Además se muestra al rigger interior recibiendo una malla en la zona de producción (Figura N°4.19). Esta actividad solo tiene como miembros a la grúa torre, un rigger interior y un rigger exterior, como se muestra en la carta balance (Gráfico N°4.15).



Figura N°4.19 Zona de acopio de mallas electro soldadas

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.20 Rigger interior recibiendo la malla electro soldada

Fuente: Elaboración propia

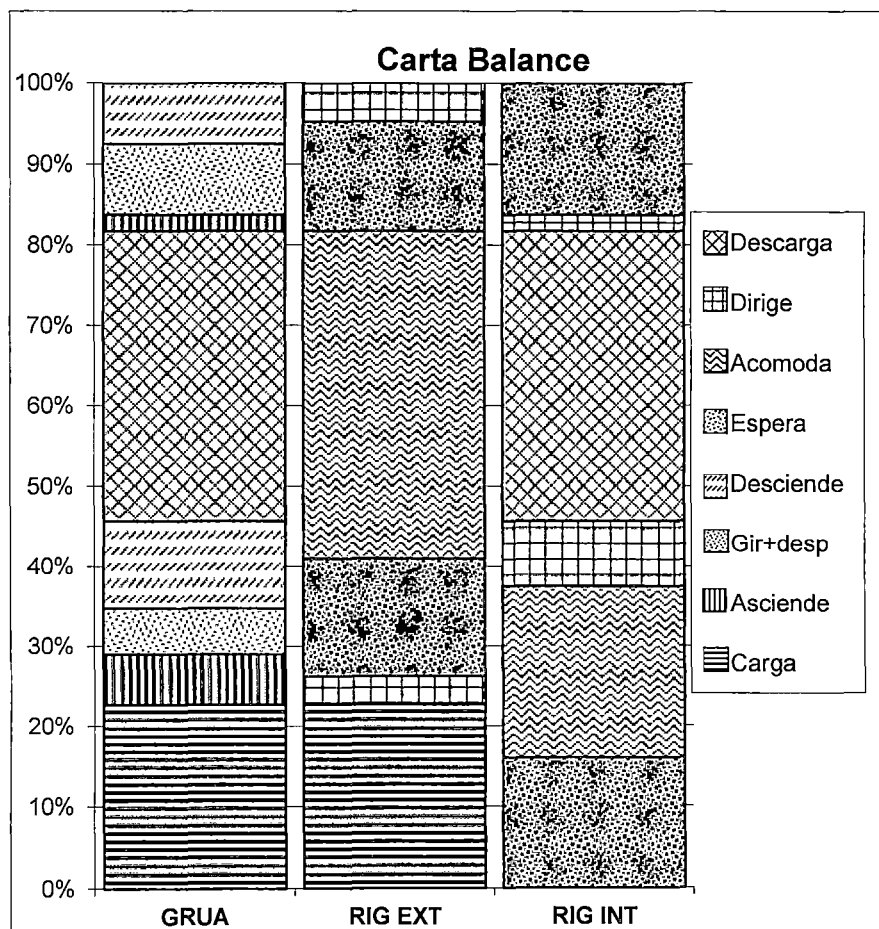


Gráfico N°4.15 Carta balance. Mallas de acero. Parque Central Club Residencial, 11/03/2013

Fuente: Elaboración propia

Observación:

Se muestra los datos de los tiempos promedios para cada obra, en el abastecimiento de mallas electro soldadas (Tabla N° 4.9). Los datos mostrados en color rojo son la desviación estándar (promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución). Los tiempos de ida y regreso no se tomaran en cuenta para fines comparativos por el hecho que la longitud del recorrido por la grúa no es la misma. Las dimensiones de las mallas son las mismas para ambas obras, así como los accesorios de amarre.

Tabla N°4.9 Tiempos detallados promedios del abastecimiento de mallas electro soldadas

Obra	Parques de San Martín	Parque Central
Tiempo de carga	105 seg	94 seg
Tiempo de descarga	189 seg	149 seg
Tiempo de Ida	66 seg	95 seg
Tiempo de Regreso	51 seg	75 seg
Total	411 seg	413 seg
Desviacion Estandar	98 seg	65 seg

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el tiempo de carga es bastante cercano, también es importante mencionar que en la obra Parques de San Martín participan dos personas en la carga, mientras que en Parque Central solo una; por lo que se aprecia en la carta balance de Parque Central que el rigger exterior acomoda las mallas antes que llegue la grúa a su zona, mientras que en Parques de San Martín acomodan las mallas cuando la grúa está en su zona. Los tiempos de descarga difieren en 40 segundos, esta diferencia se podría deber a la dificultad de la zona de descarga y la experiencia del rigger. Las desviaciones estándares difieren pero no es muy significativo, por lo que se podría atribuir nuevamente, a la experiencia de los riggers.

4.2.3 Abastecimiento de bloques de concreto:**4.2.3.1 Obra: Parques de San Martín**

Se muestra la zona de acopio de los bloques de concreto pre fabricados los cuales están organizados en pilas estándares para la facilidad del transporte

(Figura N° 4.20). También se muestra al rigger exterior con su ayudante exterior maniobrando el accesorio de la grúa torre el cual permite el transporte de la pila de bloques de concreto (Figura N° 4.21).

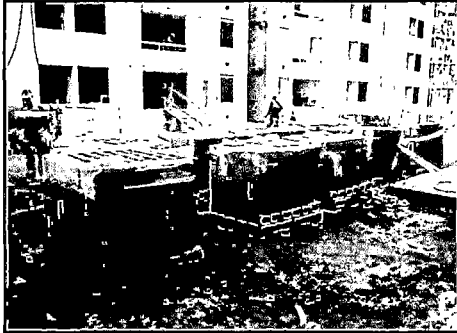


Figura N°4.21 Zona de acopio de bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.22 Rigger exterior cargando bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia

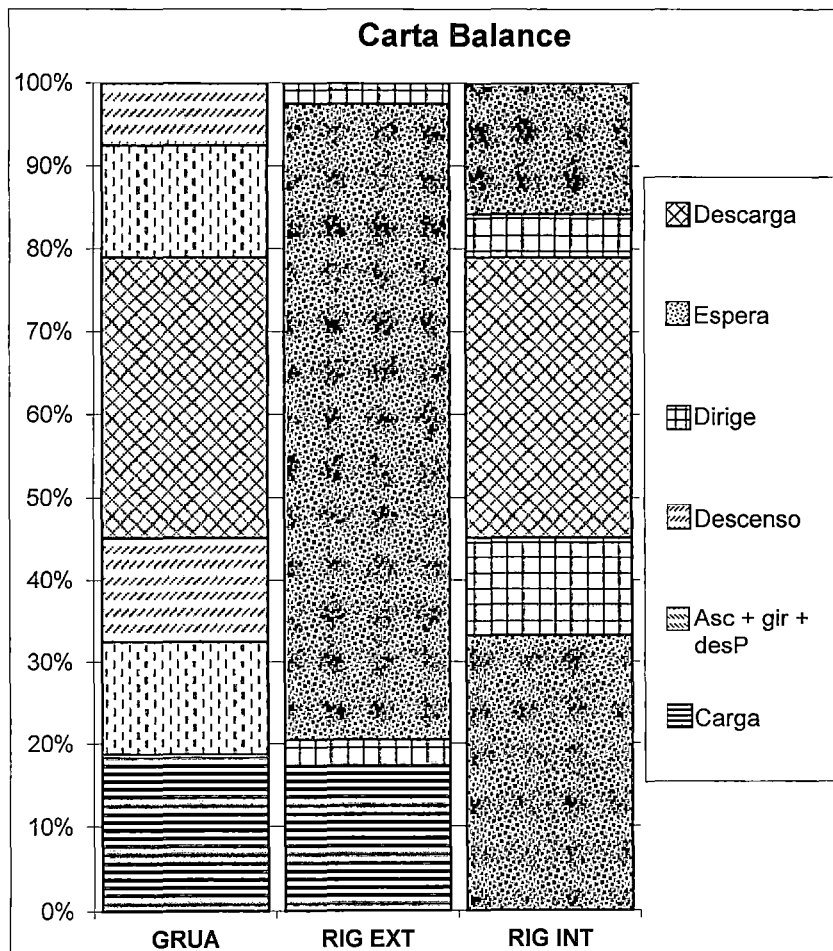


Gráfico N°4.16 Carta balance. Bloques de concreto. Parques de San Martín, 30/01/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.3.2 Obra: Parque Central Club Residencial

De la misma manera que el caso anterior, los bloques de concreto están apilados para facilitar su transporte con la gruta torre (Figura N°4.22). Se muestra también la descarga de estos bloques de concreto en un volado metálico (Figura N° 4.23), de esta manera se abastece de estos bloques a los interiores de la edificación.



Figura N°4.23 Zona de acopio de bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia

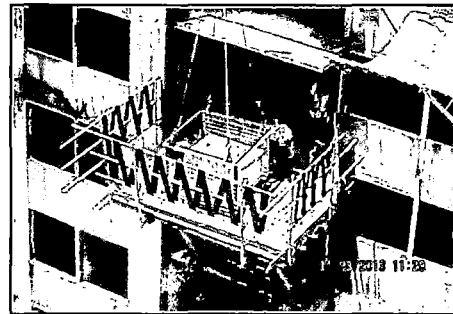


Figura N°4.24 Rigger interior descargando bloques de concreto

Fuente: Elaboración propia

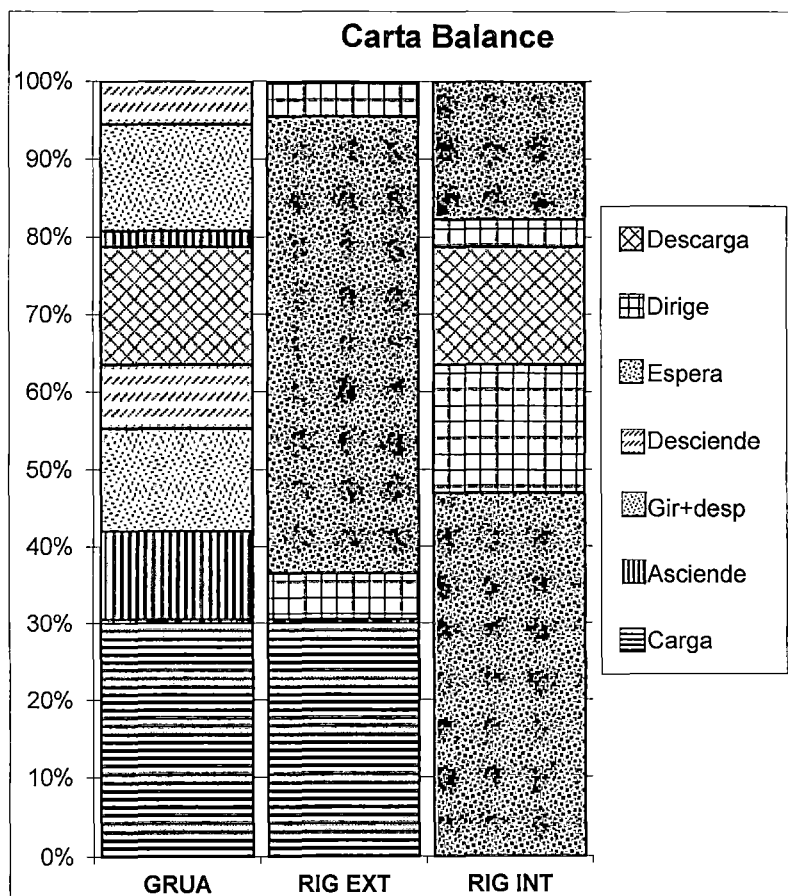


Gráfico N°4.17 Carta balance. Bloques de concreto. Parque Central Club Residencial, 07/03/2013

Fuente: Elaboración propia

Observación:

Se muestra los datos de los tiempos promedios para cada obra, en el abastecimiento de bloques de concreto (Tabla N° 4.10). Los datos mostrados en color rojo son la desviación estándar (promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución). Los tiempos de ida y regreso no se tomaran en cuenta para fines comparativos por ser diferentes realidades en cada obra. Se debe tener en cuenta que el accesorio utilizado (caja metálica) es diferente para cada obra; en la obra PSM la caja metálica amarilla tiene sus aseguradores atravesados en la base, mientras que en la obra PC la caja metálica negra tiene sus aseguradores a los costados.

Tabla N°4.10 Tiempos detallados promedios del abastecimiento de bloques de concreto

Obra	Parques de San Martín	Parque Central
Tiempo de carga	90 seg	66 seg
Tiempo de descarga	162 seg	33 seg
Tiempo de Ida	127 seg	72 seg
Tiempo de Regreso	100 seg	46 seg
Total	479 seg	217 seg
Desviación Estandar	69 seg	17 seg

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que el tiempo de carga de la grúa de la obra Parques de San Martín es mayor a la de Parque Central, esto se debe a la caja metálica que se usa; pues en Parques de San Martín, los aseguradores que atraviesan la caja tienen que ser retirados a nivel del piso, luego la caja es nuevamente elevada para cubrir los bloques de concreto; mientras que en la obra Parque Central los aseguradores están a los costados y apenas llega la caja, cubre a los bloques de concreto y luego se asegura la carga. Del mismo modo ocurre para la descarga, por eso la gran diferencia. Finalmente, la diferencia de las desviaciones estándares se debe a la experiencia de cada rigger.

4.2.4 Vaciado de concreto:

El vaciado de concreto puede ser ejecutado de diferentes formas, con una bomba fija con brazo móvil, con bomba fija con tuberías ancladas, con una brazo hormigonador, o con la grúa torre usando un balde metálico.

4.2.4.1 Obra: Parques de San Martín

En esta obra, se cuenta con un balde de capacidad $0.75 m^3$, el cual es maniobrado por los riggers en la parte interior y exterior de la edificación (Figura N° 4.24). El tiempo de carga es aproximadamente 50 segundos, considerando la carga desde que el rigger exterior toca dicho balde hasta que lo deja. En la zona de producción, el rigger cuenta con un ayudante para la descarga del balde (Figura N° 4.25). Para el vibrado del concreto se cuenta con dos personas, una para cargar el vibrador y otra para el correspondiente vibrado.

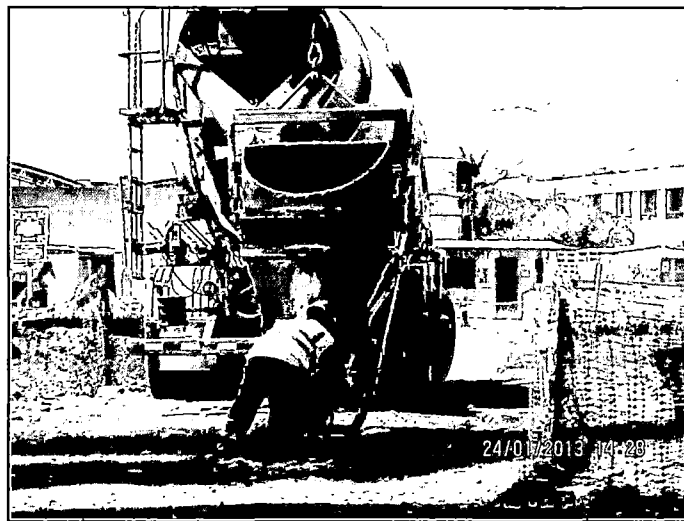


Figura N°4.25 Rigger exterior maniobrando el balde de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura N°4.26 Cuadrilla de vaciado en la zona de producción

Fuente: Elaboración propia

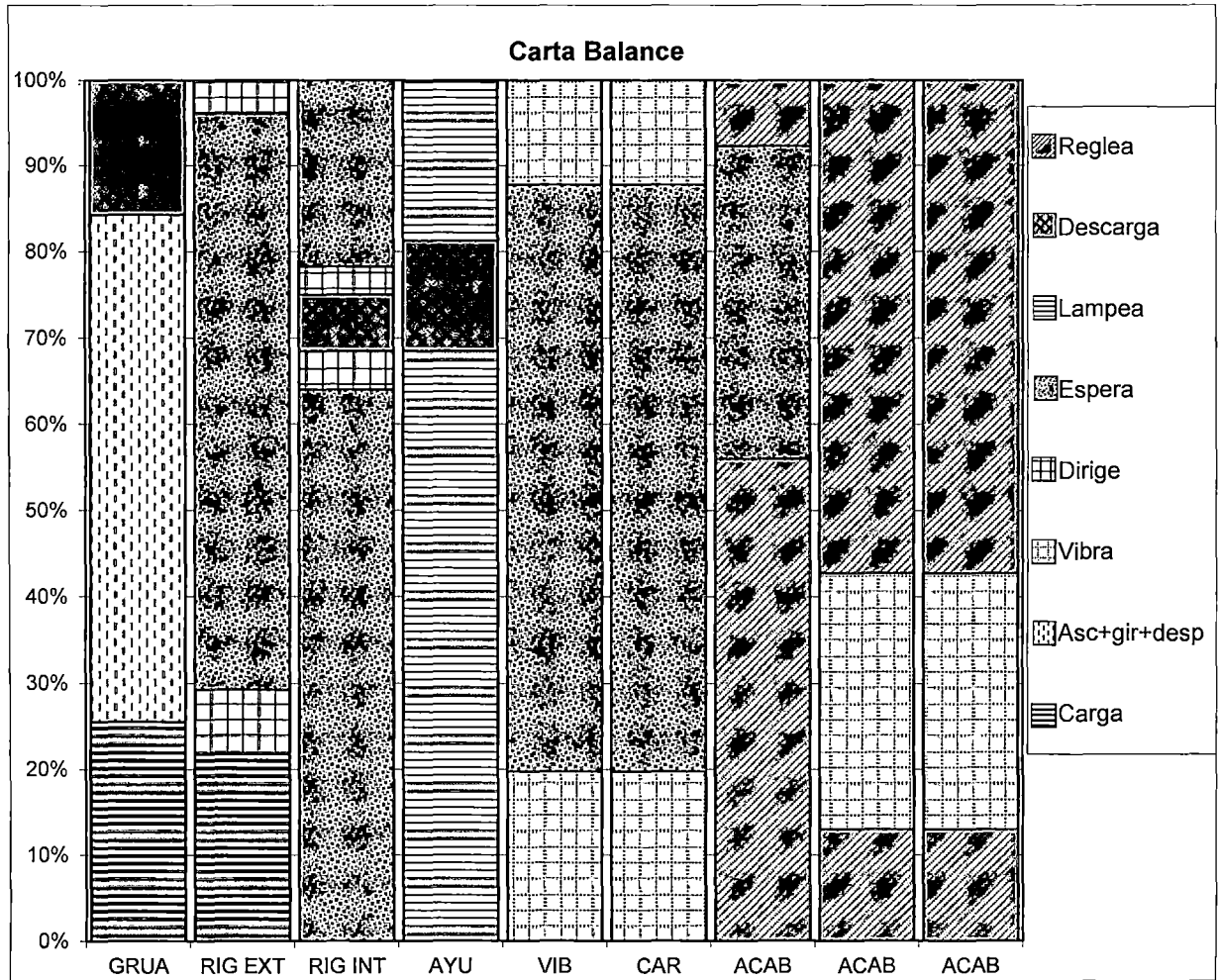


Gráfico N°4.18 Carta balance. Vaciado de concreto Parques de San Martín, 28/01/2013

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra los datos promedio de la actividad vaciado de concreto.

Tabla N°4.11 Datos promedios del vaciado de concreto. Parques de San Martín

Obra	Parques de San Martín
Capacidad de balde	0.75 m3
Tiempo de Carga	50 seg
Tiempo de Descarga	32 seg
Tiempo de Ida	72 seg
Tiempo de Regreso	46 seg
Total	200 seg
Desviacion Estandar	69 seg

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.2 Obra: Real 8

Para este caso, la capacidad del balde es de 1.00 m^3 , el cual es maniobrado en la parte exterior por el rigger exterior, y en la parte interior por dos ayudantes. El rigger interior solo dirige al gruista por la radio, mas no toca el balde. El tiempo de carga es aproximadamente 142 segundos y el de descarga 100 segundos. En la Tabla N° 4.12 se muestran los datos promedio de esta actividad.

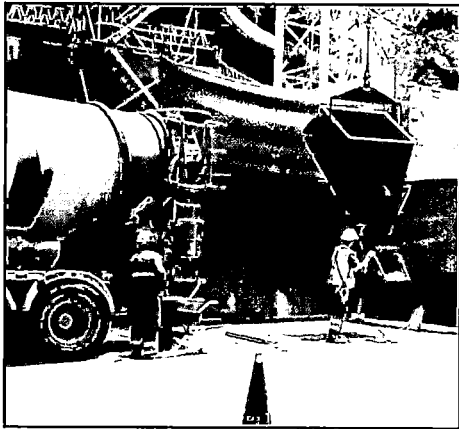


Figura N°4.27: Rigger ext. Maniobrando el balde
 Fuente: Fotografía tomada en obra



Figura N°4.28: Cuadrilla vaciando concreto
 Fuente: Fotografía tomada en obra

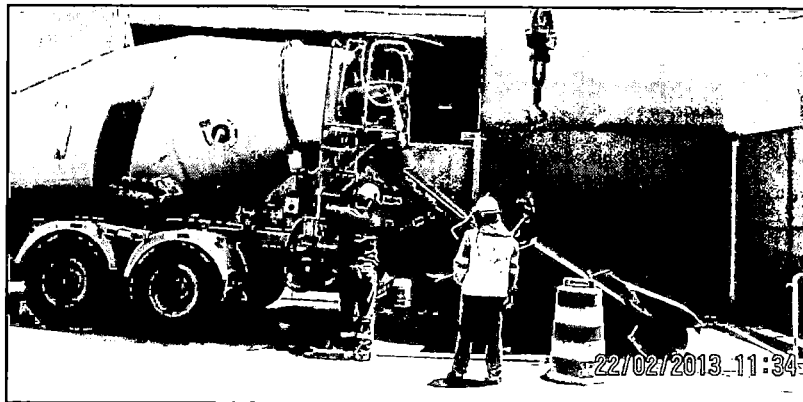


Figura N° 4.29: Rigger exterior esperando al llenado del balde de concreto.
 Fuente: Fotografía tomada en obra

Tabla N° 4.12: Datos promedios del vaciado de concreto. Real 8

Obra	Real 8 - Grua 1	Real 8 - Grua 2
Capacidad de balde	1.00 m3	1.00 m3
Tiempo de Carga	125 seg	158 seg
Tiempo de Descarga	60 seg	155 seg
Tiempo de Ida	86 seg	90 seg
Tiempo de Regreso	53 seg	54 seg
Total	324 seg	457 seg
Desviacion Estandar	91 seg	103 seg

Fuente: Elaboración propia

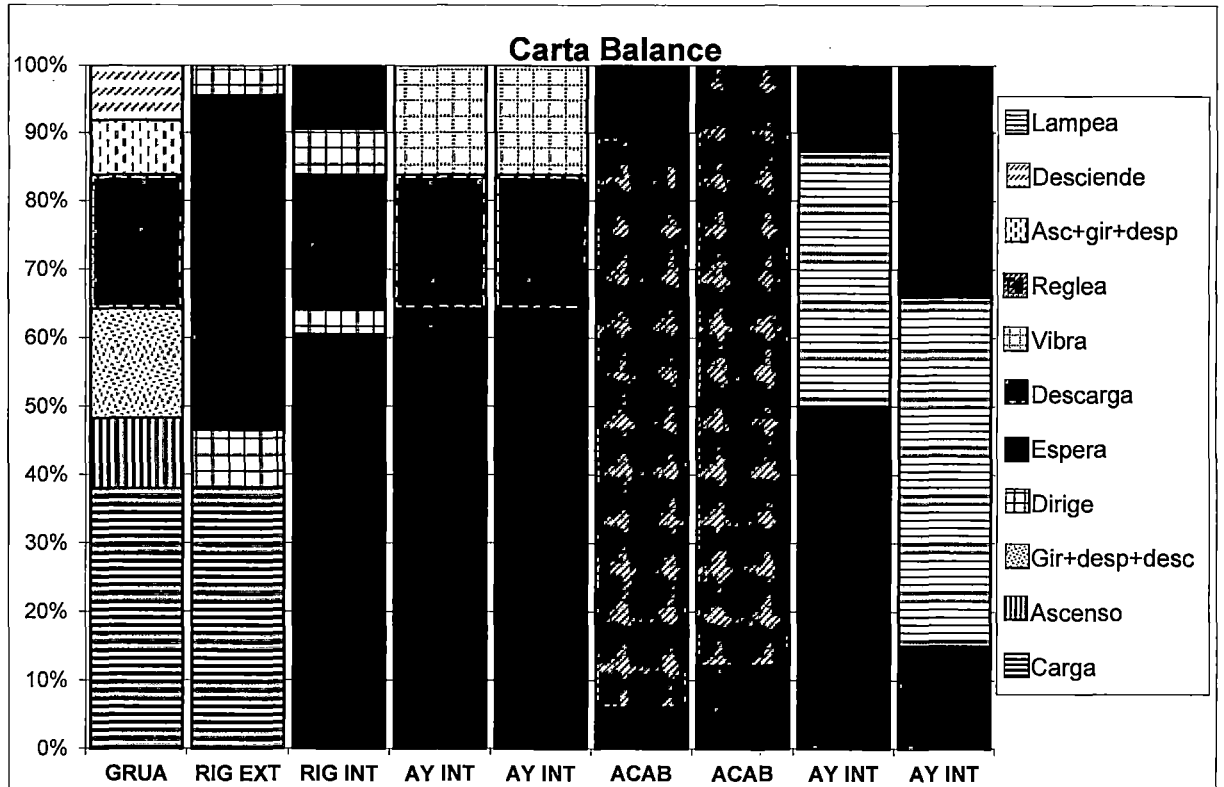


Gráfico N° 4.19: Carta balance. Vaciado de concreto. Real 8, grúa 1, 22/02/2013

Fuente: Elaboración propia

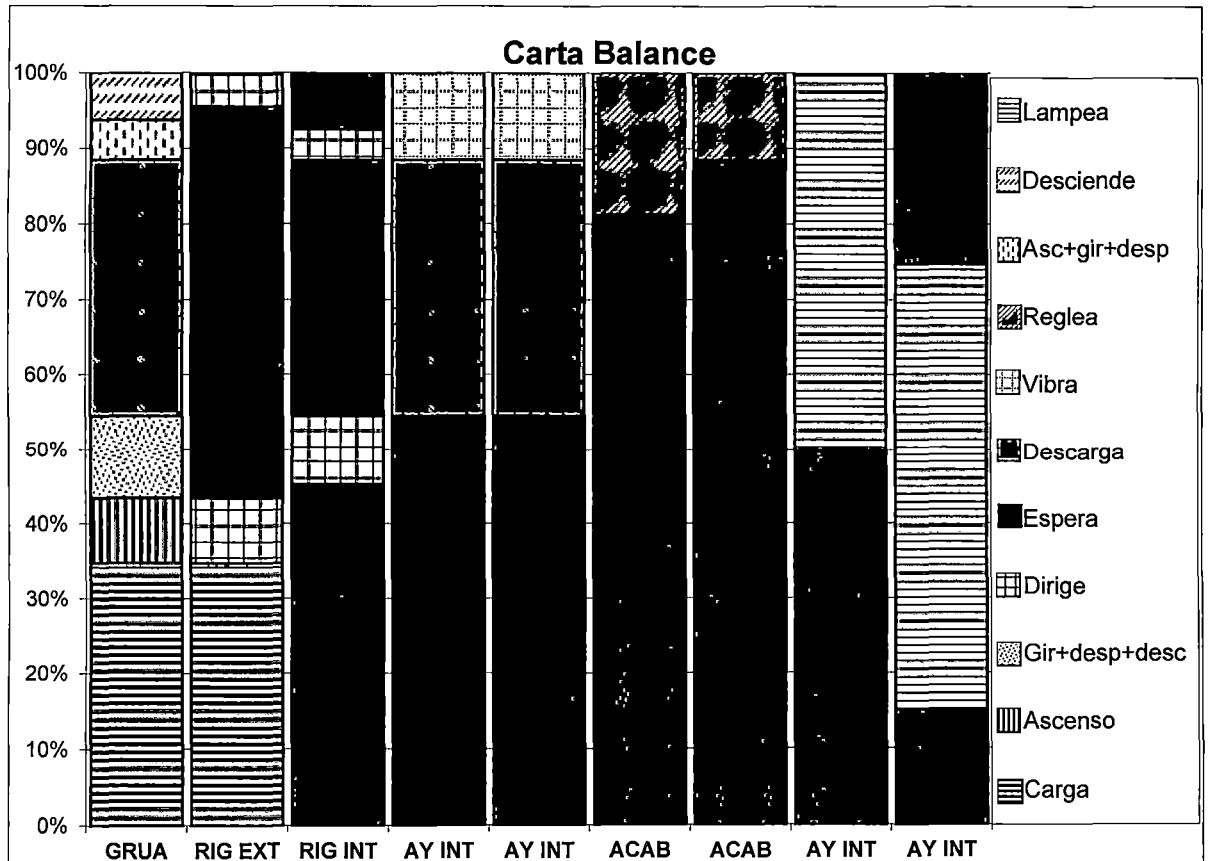


Gráfico N° 4.20: Carta balance. Vaciado de concreto. Real 8, grúa 2, 22/02/2013

Fuente: Elaboración propia

4.2.4.3 Obra: Parque Central Club Residencial

El balde de concreto tiene una capacidad de 0.75 m^3 , el cual es maniobrado en la parte exterior por el rigger exterior para que sea llenado con concreto del mixer. En la parte interior de la edificación, el balde es maniobrado por el rigger interior y su ayudante. Ese mismo ayudante también lampea el concreto cuando no tiene que ayudar al rigger. El tiempo promedio de carga es de 31 segundos y el de descarga es 30 segundos.

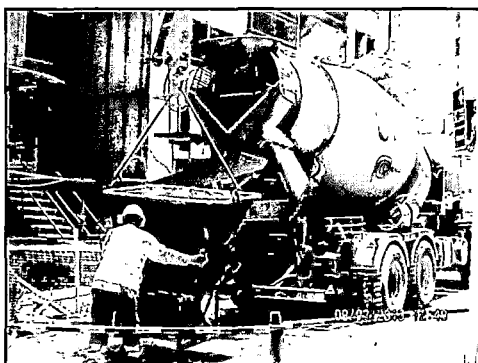


Figura N° 4.30: Rigger exterior maniobrando el balde

Fuente: Fotografía tomada en obra

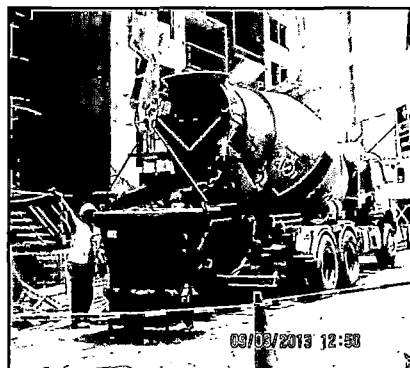


Figura N° 4.31: Rigger exterior haciendo señales al gruísta

Fuente: Fotografía tomada en obra



Figura N° 4.32: Cuadrilla de vaciado en la zona de producción.

Fuente: Fotografía tomada en obra

Tabla N° 4.13: Datos promedios del vaciado de concreto. Parque Central Club Residencial

Obra	Parque Central
Capacidad de balde	0.75 m ³
Tiempo de Carga	31 seg
Tiempo de Descarga	30 seg
Tiempo de Ida	146 seg
Tiempo de Regreso	44 seg
Total	251 seg
Desviación Estandar	20 seg

Fuente: Elaboración propia

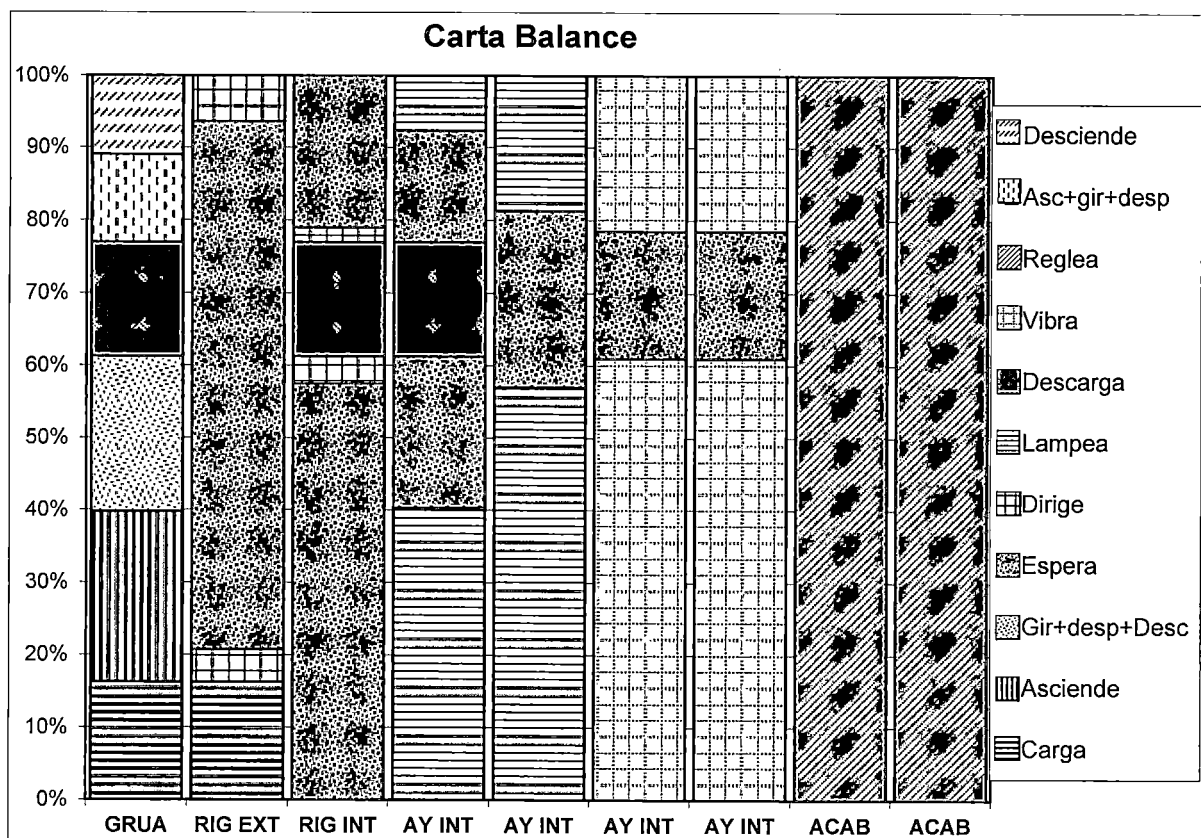


Gráfico N° 4.21: Carta balance. Vaciado de concreto. Parque Central Club Residencial, 08/03/2013

Fuente: Elaboración propia

Observación:

Se muestra los datos de los tiempos promedios para cada obra, en el vaciado de elementos horizontales (losas, vigas y muros delgados). La capacidad del balde de concreto difiere para cada obra, es por esto que no se tomara importancia a los datos de "ida" ni de "regreso", para fines comparativos. Los datos mostrados en color rojo son la desviación estándar (promedio de las desviaciones individuales de cada observación con respecto a la media de una distribución).

Tabla N° 4.14: Comparación de los datos promedios del vaciado de concreto.

Obra	Parques de San Martin	Real 8 - Grua 1	Real 8 - Grua 2	Parque Central
Capacidad de balde	0.75 m3	1.00 m3	1.00 m3	0.75 m3
Tiempo de Carga	50 seg	125 seg	158 seg	31 seg
Tiempo de Descarga	32 seg	60 seg	155 seg	30 seg
Tiempo de Ida	72 seg	86 seg	90 seg	146 seg
Tiempo de Regreso	46 seg	53 seg	54 seg	44 seg
Total	200 seg	324 seg	457 seg	251 seg
Desviacion Estandar	69 seg	91 seg	103 seg	20 seg

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el tiempo de carga de la grúa 2 de la obra Real 8 es el de mayor magnitud, así como el tiempo de la grúa de la obra Parque Central. Esto se podría deber a la diferencia de experiencia en su respectiva obra, teniendo en cuenta que la obra Parque Central lleva más de dos años en construcción, mientras que en la obra Real 8 menos de un año. Del mismo modo se aprecia la gran diferencia entre las desviaciones estándares entre las mismas obras mencionadas.

4.2.5 Tabla resumen

En la Tabla N° 4.15 se muestra el resumen de la duración de las actividades en cada obra. Es importante recalcar que las condiciones de cada proyecto son diferentes en distancias recorridas, capacidad de carga, longitud de pluma, altura de la edificación, etc.

Tabla N° 4.15: Duración de las principales actividades realizadas por la grúa.

Actividad	PSM	PCCR	R8-1	R8-2	ECGYM
Abastecimiento de barras de acero longitudinal	0:07:28	0:07:32	0:07:28	0:11:24	0:06:57
Vaciado de concreto	0:03:20	0:04:11	0:05:24	0:07:37	
Abastecimiento de mallas de acero	0:06:51	0:06:53			
Abastecimiento de bloques de concreto	0:07:59	0:03:37			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 4.16 se muestra la antigüedad de cada grúa torre empleada con sus respectivos resultados de tiempos no contributivo donde se puede apreciar que estos resultados no guardan relación con el tipo de grúa ni con su edad, sin embargo es bueno saber que a medida que pasan los años, el mantenimiento que se le da a las grúas debe ser más frecuente.

Tabla N° 4.16: Antigüedad de la grúa torre por obra.

Obra	Grúa	Antigüedad	TNC promedio
PSM	MC 115B	9 años	29%
PCCR	MC 115B	9 años	14%
R8	MC 115B	9 años	27%
	MC 85 B	7 años	26%
EC GYM	MC 115B	9 años	22%

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

PROPUESTAS PARA MEJORAR EL TRABAJO DE LA GRÚA TORRE

En este capítulo se presentará propuestas de mejora que abarcará mejorar los procesos específicos que la grúa realiza repetitivamente, así como recomendaciones para reducir el TNC.

5.1 MEJORA A NIVEL MACRO

5.1.1 Comparación entre las cuatro obras estudiadas

En el capítulo III se mostró el nivel general de actividades de las obras estudiadas. Se pudo apreciar la variedad de actividades que realiza la grúa torre en su trabajo diario en obras de edificaciones. A continuación se muestra la siguiente tabla, con las actividades más representativas identificadas en este estudio. Para fines de esta tabla (ver Tabla N°5.1), la nomenclatura usada será: Parques de San Martín (PSM), Parque Central Club Residencial (PCCR), Real 8 (R8) y El Edificio Corporativo de Graña y Montero (ECGYM).

Tabla N°5.1 Comparación de actividades entre las cuatro obras.

Clasificación	Actividad	PSM	PCCR	R8	ECGYM
Productivo	Colocacion de piedra chancada	X	X		
	Vaciado de concreto	X	X	X	X
	Ayuda a encofrar			X	X
	Ayuda a colocar la pre losa			X	X
	Ayuda en colocar la armadura de columna				X
Contributorio	Abastecimiento de barras de fierro	X	X	X	X
	Abastecimiento de mallas de acero	X	X		
	Movimiento de encofrado		X	X	X
	Movimiento de puntales		X		X
	Abastecimiento de bloques de concreto	X	X	X	
	Abastecimiento de bolsas de cemento	X	X		
	Desmonte	X	X		
	Movimiento de balde de concreto	X	X	X	X
	Traslado de andamios			X	
	Traslado de SSHH portatil			X	
	Mueve minicargador				X

Fuente: Elaboración propia.

Las obras Parques de San Martín y Parque Central Club Residencial son proyectos de Viviendas Masivas ejecutadas por la misma empresa constructora de manera simultánea pero aun así, se puede observar que hay diferencia de

dos actividades, siendo realidades similares. En la obra Parques de San Martín, el encofrado y los puntales son trasladados por el personal (ver Figura N°5.1), haciendo uso de mano de obra no calificada; este trabajo lo podría hacer la grúa torre de manera similar que en la obra Parque Central Club Residencial (ver Figuras N°5.2 y N°5.3).



Figura N°5.1 Traslado de encofrado manualmente. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°5.2 Amarre del encofrado a la grúa torre. Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

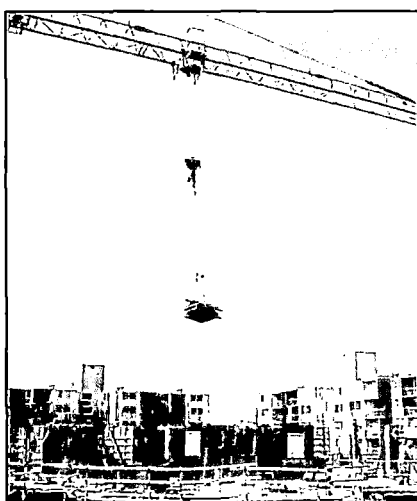


Figura N°5.3 Traslado del encofrado usando la grúa torre. Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, comparando las actividades que hacen en Parques de San Martín y Parque Central Club Residencial con las actividades que hacen en Real 8 y Edificio Corporativo de GyM, se puede apreciar que la grúa torre no encofra en las obras de Viviendas Masivas. Esta diferencia se debe a que en las obras de MDL, se vacía el concreto de los muros y el concreto de la losa el mismo día. Por esto que no hay espacio para que la grúa torre encofre los muros de las viviendas masivas. Aun así, se deja el tema para seguir investigando y mejorando.

Para fines de este estudio, se identificó las prioridades de cada actividad (ver Tabla N°5.2), de tal manera que pueda servir de base de datos para planificar las actividades de la grúa torre. Se debe tomar en cuenta que lo principal siempre debe ser las actividades productivas y luego las actividades contributorias. Esto quiere decir que, si alguna de las actividades con prioridad 1 se retrasa por alguna variabilidad, es mejor realizar una actividad de prioridad siguiente, de tal manera que no pare el flujo de trabajo de la grúa torre.

Tabla N°5.2 Tabla de prioridades de las actividades identificadas.

Clasificación	Actividad	Prioridad	
Productivo	Colocacion de piedra chancada	1°	} Principales
	Vaciado de concreto	1°	
	Ayuda a encofrar	1°	
	Ayuda a colocar la pre losa	1°	
	Ayuda en colocar la armadura de columna	1°	
Contributorio	Abastecimiento de barras de fierro	2°	} Secundarias
	Abastecimiento de mallas de acero	2°	
	Movimiento de encofrado	2°	
	Movimiento de puntales	2°	
	Abastecimiento de bloques de concreto	3°	
	Abastecimiento de bolsas de cemento	3°	
	Desmante	3°	
	Movimiento de balde de concreto	3°	
	Traslado de andamios	3°	
	Traslado de SSHH portatil	3°	
	Mueve minicargador	3°	

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Propuesta de Mejora en la obra Parques de San Martín

A continuación se muestra una vista en planta de la distribución de los bloques del proyecto (ver Gráfico N°5.1), donde los números en rojo significan la secuencia constructiva, comenzando por el bloque 1 y terminando por el bloque 9. La grúa torre cambia de posición un vez en este bloque, la primera posición abarca del número 1 al número 6, luego la segunda posición abarca del número 7 al número 9.

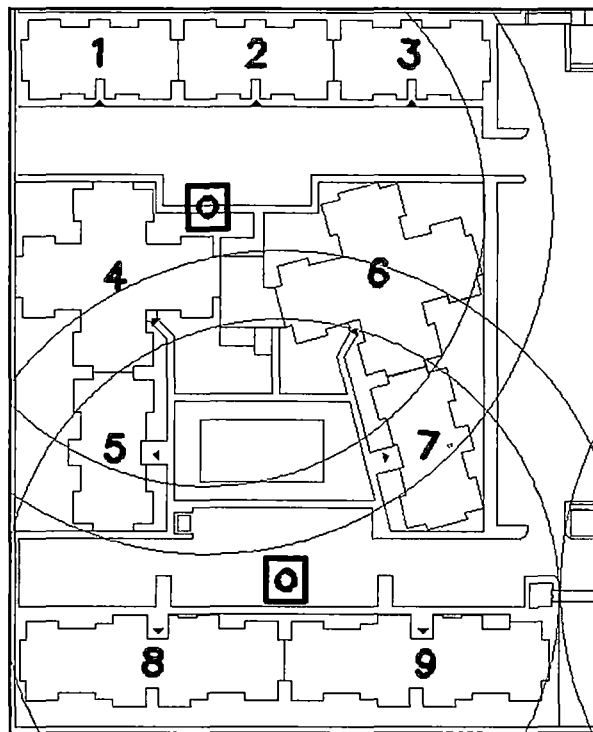


Gráfico N°5.1 Secuencia constructiva de la 1° etapa. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Para la segunda etapa, donde la distribución es similar, se recomendó hacer un cambio en la secuencia constructiva de los bloques, la cual se muestra en el Gráfico N°5.2, por los siguientes motivos:

- La grúa torre tendría el alcance necesario para el vaciado de concreto y no se necesitaría contratar una bomba ni pluma para vaciar el concreto del camión mixer, como sucede con el bloque del número 5 del Gráfico N°5.1.
- También tendría el alcance para abarcar todo el bloque del número 3.
- Una mayor área de alcance del proyecto.

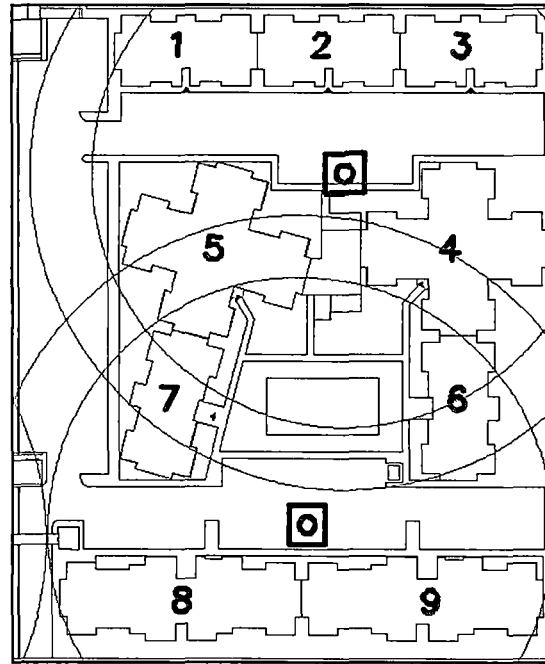


Gráfico N°5.2 Propuesta de la secuencia constructiva de la 2° etapa. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

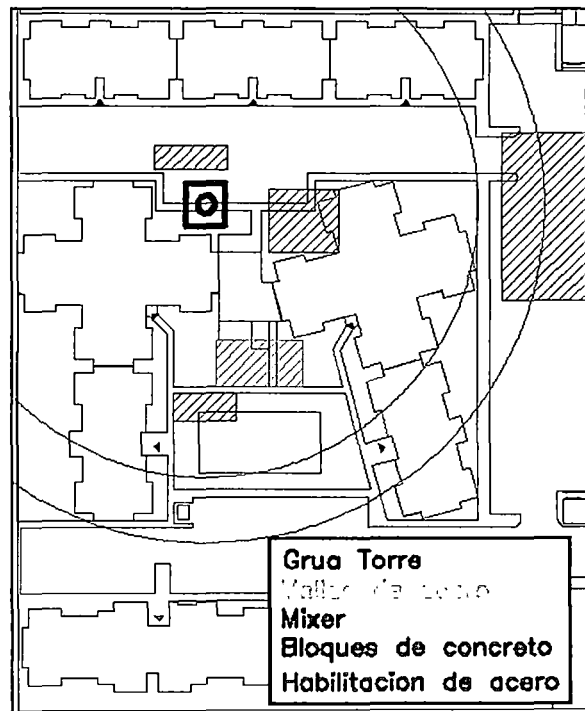


Gráfico N°5.3 Ubicación de materiales en la 1° etapa. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo se presenta la ubicación de los lugares de acopio de las mallas de acero electro soldado, de los bloques de concreto, la zona de habilitación del

acero longitudinal y el lugar donde se estaciona el camión mixer (ver Gráfico N°5.3). Se puede apreciar que para la primera etapa del proyecto, el alcance de la grúa torre no es suficiente para llegar a la zona de habilitación de acero longitudinal, es por esto que en el proceso del acero longitudinal antes mostrado, es necesario la intervención del mini cargador para trasladar los acero habilitados de la zona de habilitación a la zona de acarreo.

Para mejorar el trabajo de la grúa torre, se propuso re diseñar la distribución de la ubicación de los materiales (ver Gráfico N°5.4), de modo que resulten las siguientes mejoras:

- Bloques de concreto más ordenados.
- Mallas de acero más cerca de la grúa torre.
- Ubicación de los camiones mixer más cerca de la grúa torre
- El alcance de la grúa torre llega hasta la zona de habilitación de acero, por lo que no sería necesario la intervención del mini cargador para el traslado de los aceros habilitados.

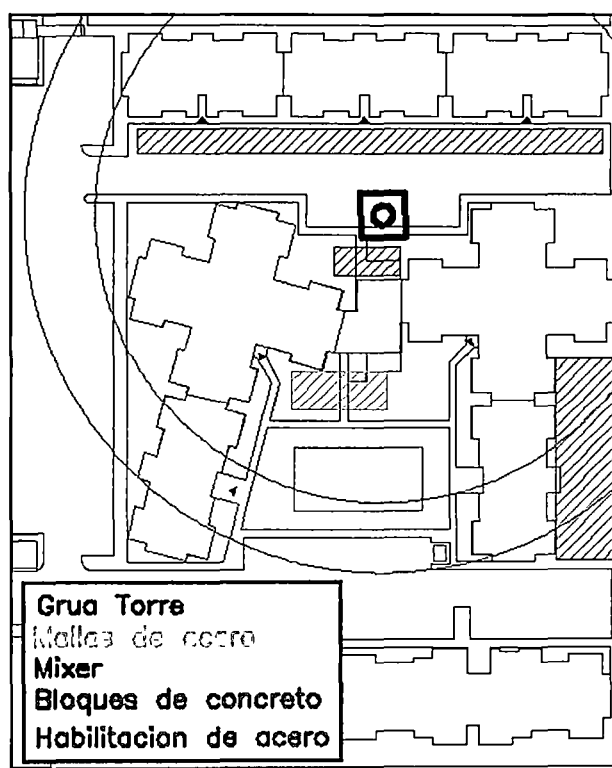


Gráfico N°5.4 Propuesta de la ubicación de materiales en la 2ª etapa. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

5.2 MEJORA DE PROCESOS REPETITIVOS

En el Capítulo IV se describió los procesos más repetitivos realizados por la grúa torre que se ejecutan en proyectos de viviendas masivas. Se encontró ciertas deficiencias en el diseño de procesos, por lo que a continuación se describirá algunas propuestas de mejora para éstos.

5.2.1 Abastecimiento de barras de acero longitudinal:

El mini cargador "Bobcat" transporta el paquete de acero desde la zona de habilitación hasta la zona de acarreo cuando la grúa torre se encuentra esperando la carga (ver Gráfico N°4.9). Esto ocasiona que la grúa pierda tiempo, por lo que se recomienda que el mini cargador transporte el paquete antes que llegue la grúa torre al lugar de carga. En el Gráfico N°5.5 se muestra la modificación propuesta para el proceso, donde se precisa que la duración promedio del proceso es de 7 minutos y medio.

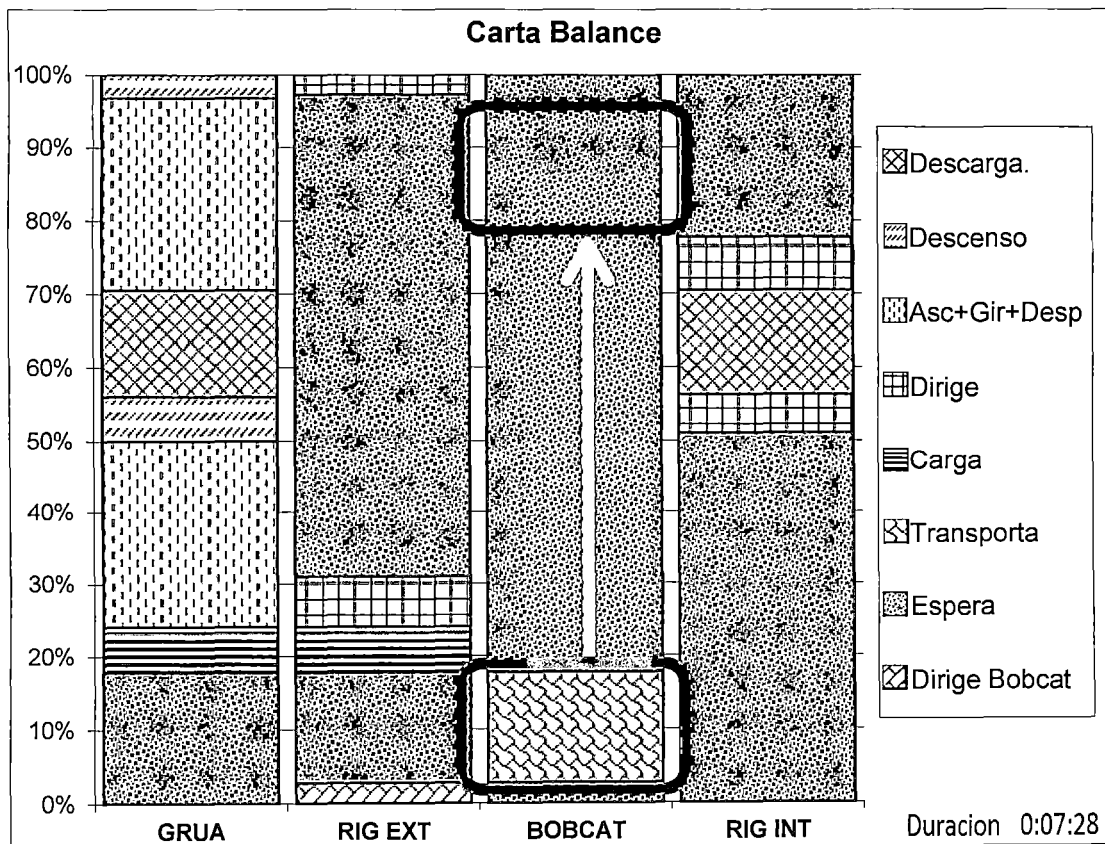


Gráfico N°5.5 Mejora de carta balance. Abastecimiento de acero. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, la carta balance cambiaría su configuración (ver Gráfico N°5.6), y se proyecta que el tiempo estimado para este nuevo diseño se reduzca de 7 minutos y medios, a 6 minutos y medio aproximadamente. Cabe destacar que esto no sería necesario en la segunda etapa del proyecto, ya que la zona de habilitación de aceros cambiaría de lugar, donde no es necesaria la intervención del minicargador en el proceso de abastecimiento de barras de acero.

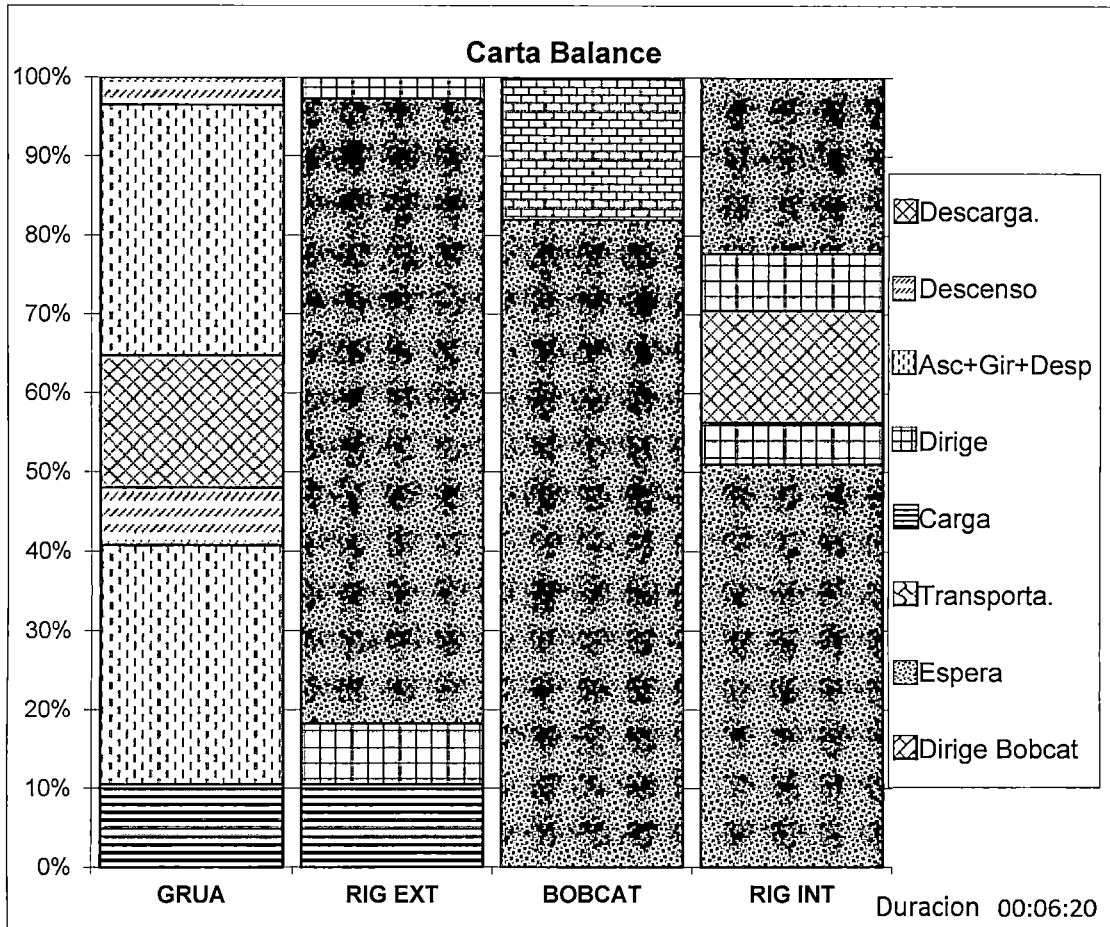


Gráfico N°5.6 Resultado de carta balance. Abastecimiento de acero. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Abastecimiento de mallas electro soldadas:

El rigger exterior con su ayudante exterior se toman un tiempo para acomodar las mallas de acero mientras la grúa torre espera en el lugar (ver Gráfico N°4.14). Para eliminar ese TNC de la grúa torre, se recomienda que acomoden las mallas cuando la grúa torre no se encuentre en el lugar (ver Gráfico N°5.7).

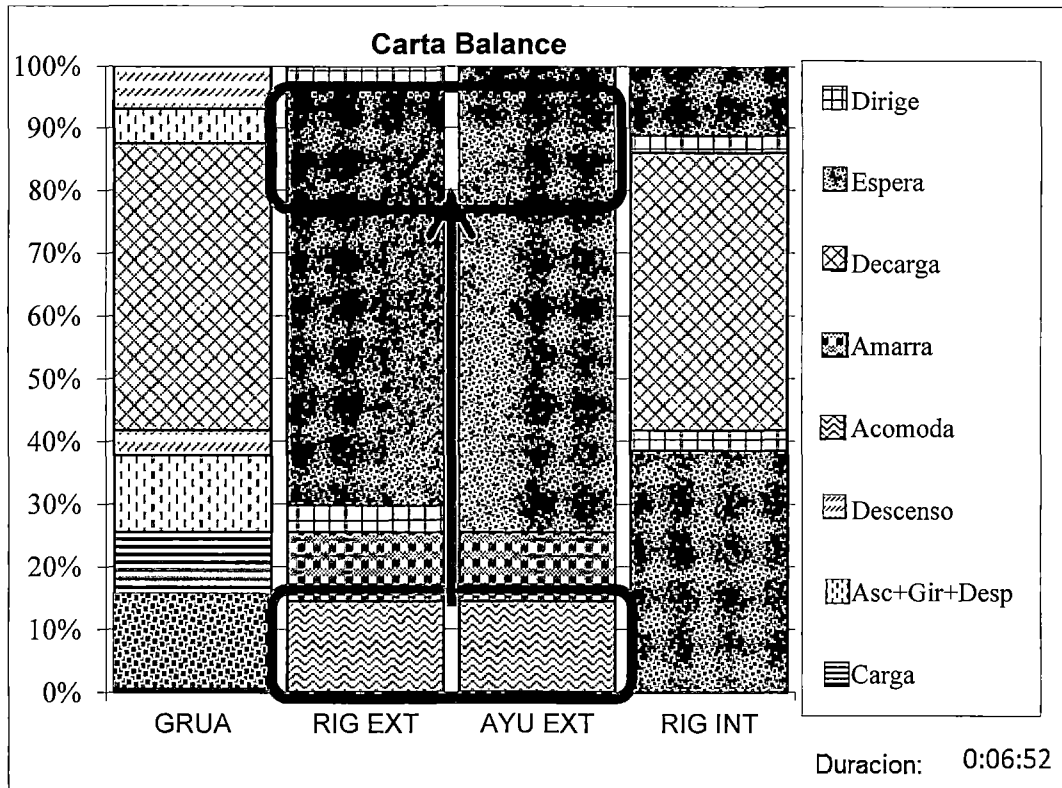


Gráfico N°5.7 Mejora de carta balance. Abastecimiento de mallas. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

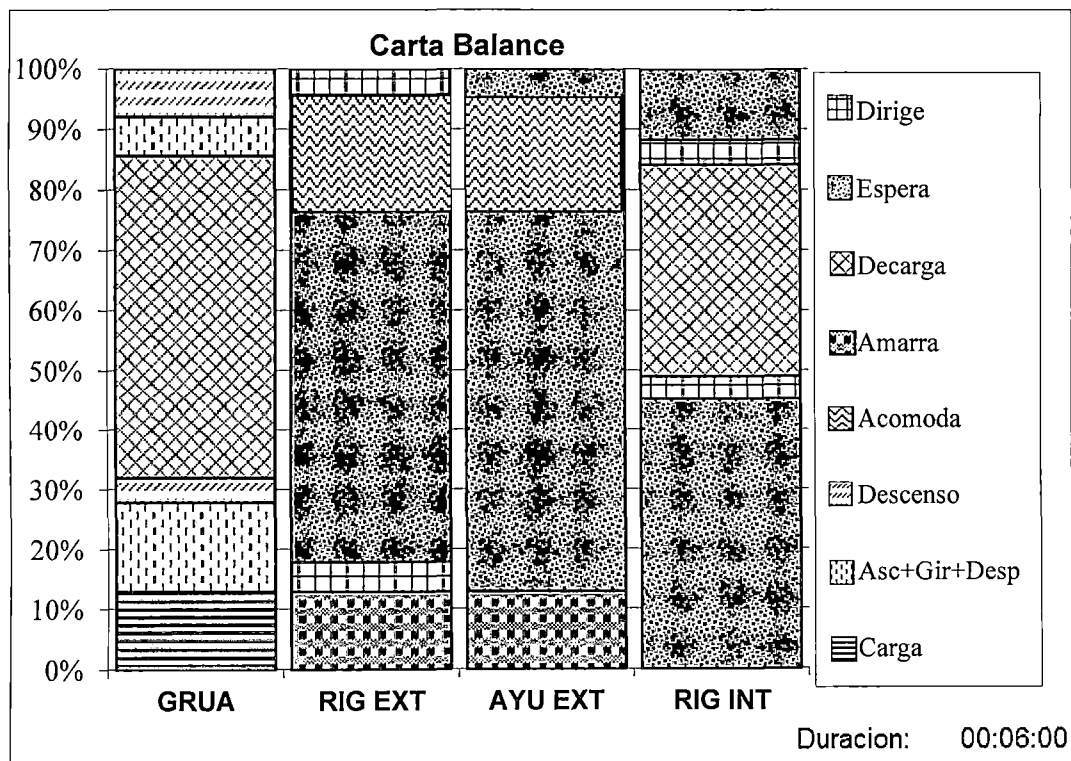


Gráfico N°5.8 Resultado de carta balance. Abastecimiento de mallas. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Con esta recomendación, la grúa torre ya no tendría este TNC (ver Gráfico N°5.8). El tiempo promedio de 06:52 minutos se reduciría a 06:00 minutos. También se recomienda que los cables estén ya amarrados y asegurados a las mallas para cuando la grúa torre llegue al lugar.

5.2.3 Abastecimiento de bloques de concreto:

Esta actividad es realizada en las dos obras de viviendas masivas, Parques de San Martín y Parque Central Club Residencial. La grúa torre traslada el cajón metálico hasta el lugar donde se almacenan los bloques de concreto. La tabla muestra los tiempos promedios detallado de la actividad para las dos obras (ver Tabla N°5.3). Se observa que hay diferencias entre los tiempos de carga y descarga bastante notorios, teniendo en cuenta que la carga es la misma (los mismos bloques de concreto, la misma cantidad). Así mismo, la desviación estándar es mucho mayor en la obra Parques de San Martín que en la obra Parque Central.

Tabla N°5.3 Comparación de tiempos. Abastecimiento de bloques de concreto.
 Parques de San Martín y Parque Central Club Residencial.

Obra	Parques de San Martín	Parque Central
Tiempo de carga	90 seg	66 seg
Tiempo de descarga	162 seg	33 seg
Tiempo de Ida	127 seg	72 seg
Tiempo de Regreso	100 seg	46 seg
Total	479 seg	217 seg
Desviación Estandar	69 seg	17 seg

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia de las desviaciones estándar se debe al tiempo en obra del personal involucrado, pues la obra Parques de San Martín se encontraba a menos del 25 % de avance, mientras que la obra Parque Central ya se encontraba en un 95 %.

La diferencia de los tiempos de carga y descarga se debe básicamente al accesorio utilizado para esta actividad. En la obra Parques de San Martín se usó

una caja metálica amarilla la cual, luego de dejar la carga, tenía que ser puesta a nivel del terreno para guardar los aseguradores para que la caja sea trasladada vacía (ver Figura N°5.4); mientras que en Parque Central, los aseguradores de la caja negra pueden ser colocados a los costados de dicha caja durante la descarga de los bloques (ver Figura N°5.5).

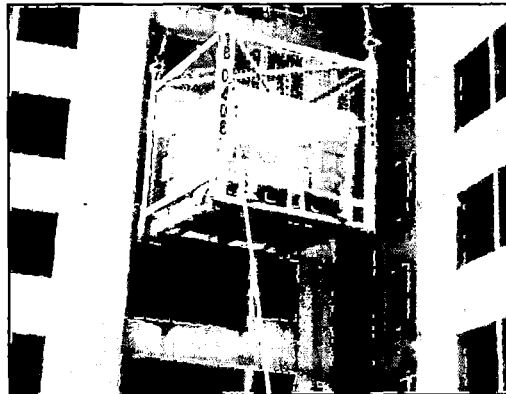


Figura N°5.4 Caja para traslado de bloques de concreto. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

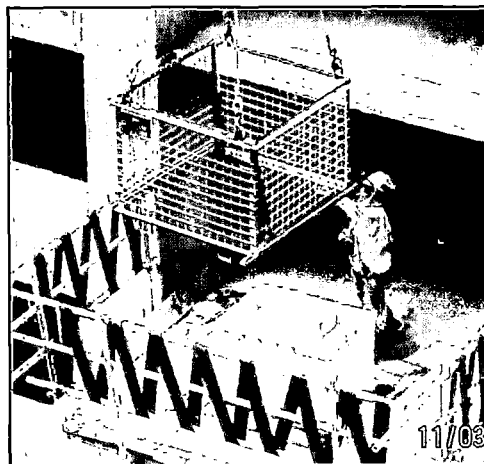


Figura N°5.5 Caja para traslado de bloques de concreto. Parque Central Club Residencial.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4 Vaciado de concreto:

El vaciado de concreto la realiza toda una cuadrilla, en donde está un operario vibrador que se encarga de vibrar el concreto y un ayudante, quien carga el vibrador. Según la carta balance mostrada en el Gráfico N°4.18, el rigger interior

no realiza ninguna actividad al momento que el concreto es vibrado. Así, se recomienda que sea el rigger quien cargue el vibrador, previa capacitación. De esta manera, el personal necesario para la ejecución de esta actividad se reduciría (ver Gráfico N°5.9).

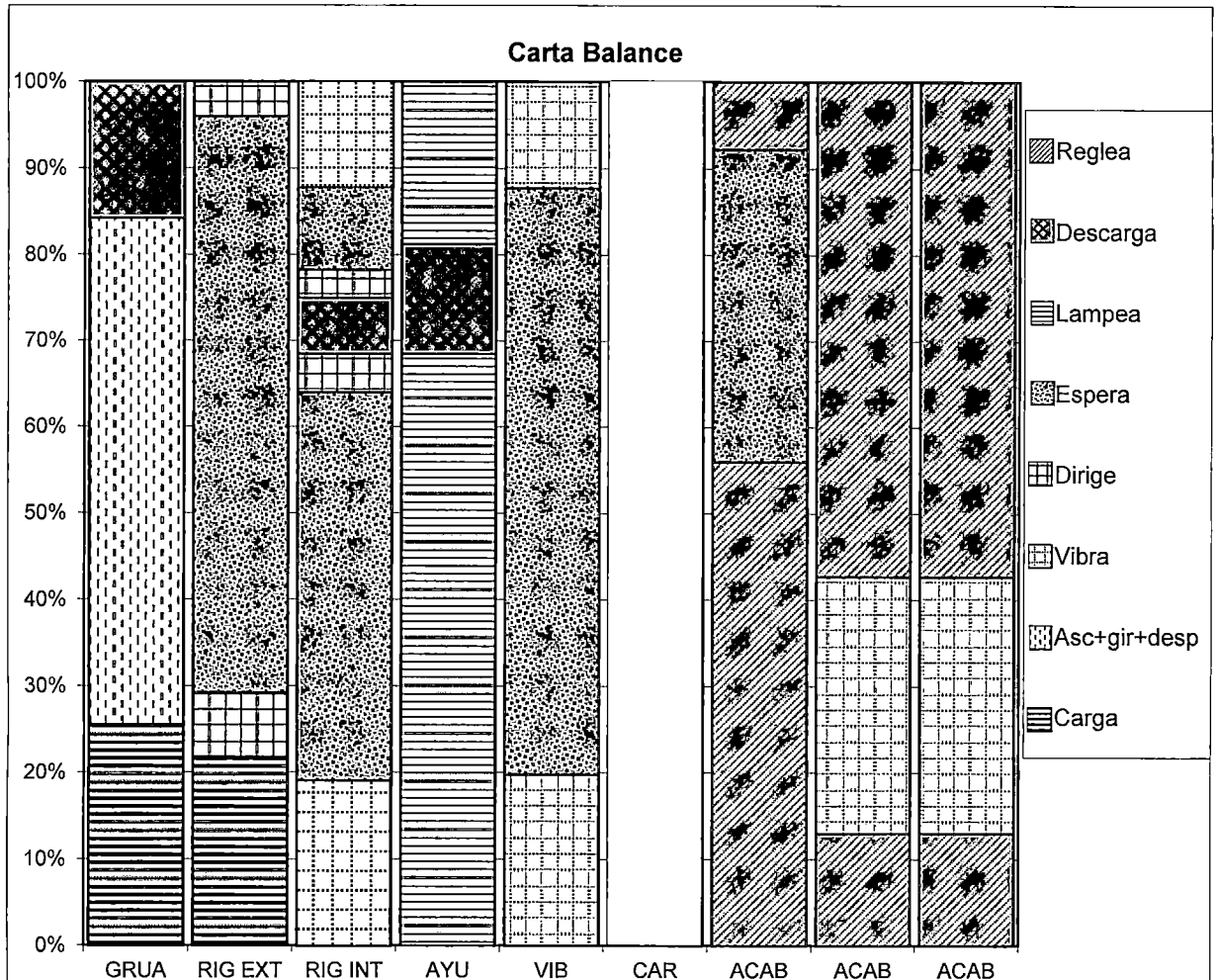


Gráfico N°5.9 Resultado de carta balance. Vaciado de concreto. Parques de San Martín.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se observó que el concreto para los muros delgados de las viviendas masivas es vaciado desde el nivel superior de éstos. Siendo las alturas típicas de 2.10 m hasta 2.40 m, se entiende que el concreto está siendo soltado desde una altura que el ACI (American Concrete Institute) no lo recomienda, pues la altura máxima recomendada es de 1.20 m. Por esto se propone usar ventanas en los encofrados de los muros para que el concreto sea vaciado por ahí. Otra alternativa es usar una tubería tremie para que el concreto descienda a menor velocidad.

5.3 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EL VALOR AGREGADO EMPLEANDO GRÚAS TORRE

Para poder iniciar un análisis de la industrialización en nuestro sector se debe tener un concepto claro de lo que se va a tocar, es por ello que en este capítulo se define la industrialización como aquel proceso o conjunto de procedimientos que buscan producir un bien o dar un servicio, al menor costo, en el menor tiempo, con calidad y con menor número de pasos o etapas (ver Figura N°5.6). La producción industrial por ende consiste en la producción de un bien en forma repetitiva aplicando procedimientos con control de calidad y seguridad, para lo que requiere de capacitación y planificación, estudiando la mejor relación de materiales, mano de obra y equipos.

La industrialización de la construcción con ayuda de las grúas torre ha aparecido a nivel mundial como un gran avance en la tecnología, es por ello que se plantea aquí un conjunto de situaciones aplicables a nuestra realidad peruana teniendo en cuenta que cualquier sistema que reduzca la cantidad de horas hombre es bienvenido, siempre en cuando el tema de seguridad y calidad mantengan los estándares requeridos.

Como parte de la industrialización se observa el uso masivo de equipos para reducir la mano de obra empleada y acortar los plazos en obra.

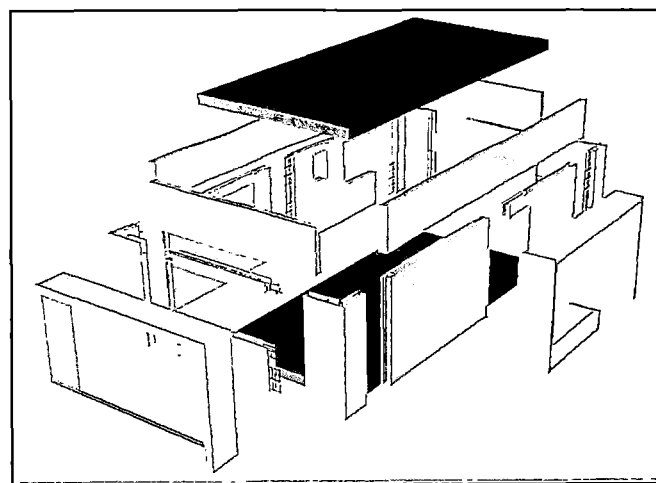


Figura N°5.6 Módulo de casa con elementos prefabricados.

Fuente: EADIC Escuela Técnica.

5.3.1 Incremento del uso de elementos prefabricados o prearmados

Se pueden emplear en obra prefabricados de toda clase, así tenemos los más típicos, los prefabricados de concreto y los prearmados de acero que pueden hacerse de la forma y tamaño requerido (ver Figura N°5.7 Y N°5.8).

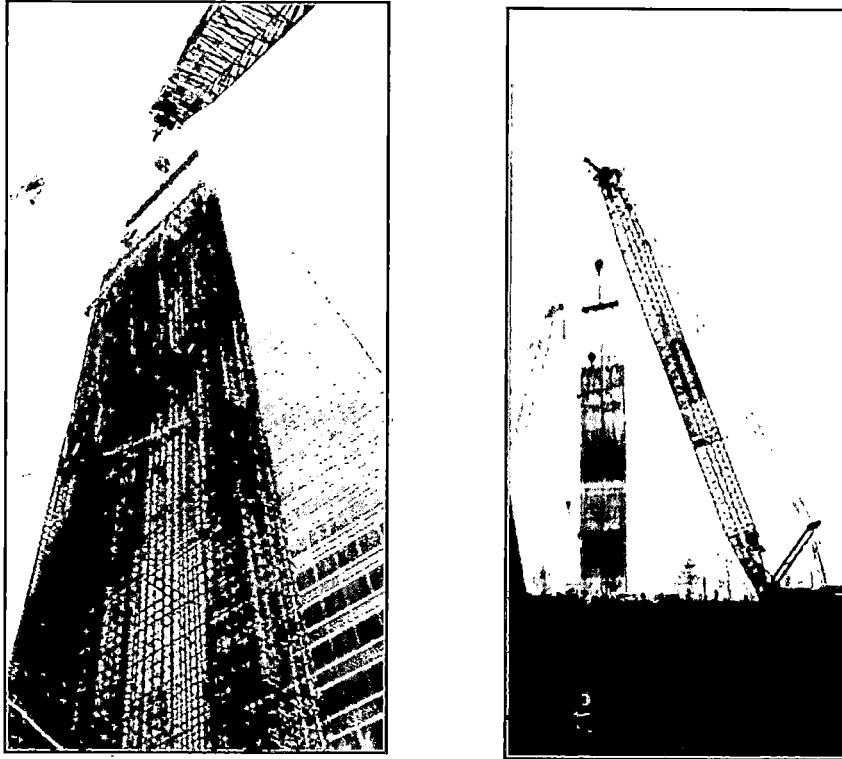


Figura N°5.7 Estructura de acero pre armado.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Equipos de Construcción No Convencionales y su Impacto en la Productividad y el Plazo, Ing. Omar Alfaro.

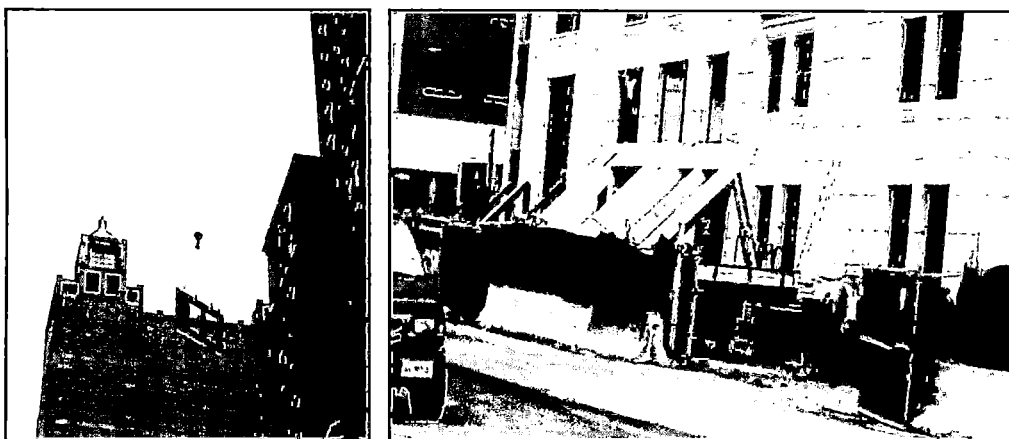


Figura N°5.8 Muros de concreto prefabricados para fachada.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

También pueden hacerse módulos completos (ver Figura N°5.9) que incluyen además de la estructura, las instalaciones básicas de agua y desagüe.

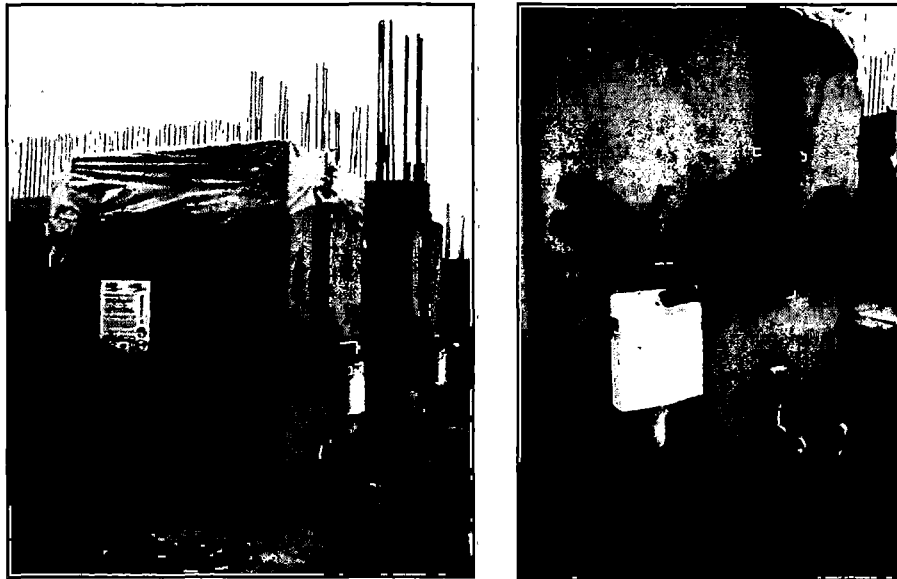


Figura N°5.9 Baños pre fabricados.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

Otro elemento que ya se emplea en nuestro país y ha sido usado en algunas de las obras estudiadas son las prelosas (ver Figura N°5.10) las cuales pueden mandarse a hacer del tamaño y especificaciones que se necesiten.

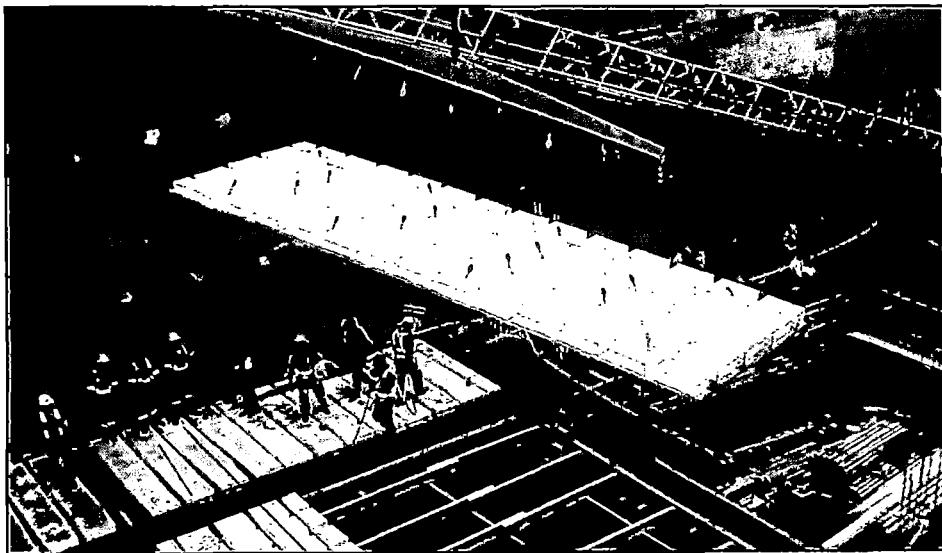


Figura N°5.10 Colocación de pre losas en obra.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Equipos de Construcción No Convencionales y su Impacto en la Productividad y el Plazo, Ing. Omar Alfaro.

5.3.2 Empleo de sistemas de encofrado más sofisticados

En algunas obras se tiene al proceso de encofrado como cuello de botella en la producción, es por ello que se busca agilizar este proceso tanto como sea posible.

Los sistemas más sofisticados en encofrados tratan de ocupar menos mano de obra, por lo tanto emplean paneles de encofrado más grandes de tal forma que cubran la misma área empleando para este fin menor cantidad de horas hombre y menor cantidad de accesorios (ver Figura N°5.11).

La modulación, es una técnica que permite realizar diseños buscando economizar los materiales empleados, eliminar desperdicios y que los ambientes estén acordes con las medidas de los módulos empleados en su construcción es algo bastante favorable en cuanto a encofrados refiere; las grandes empresas de encofrados brindan diversas opciones modulares en sus catálogos.

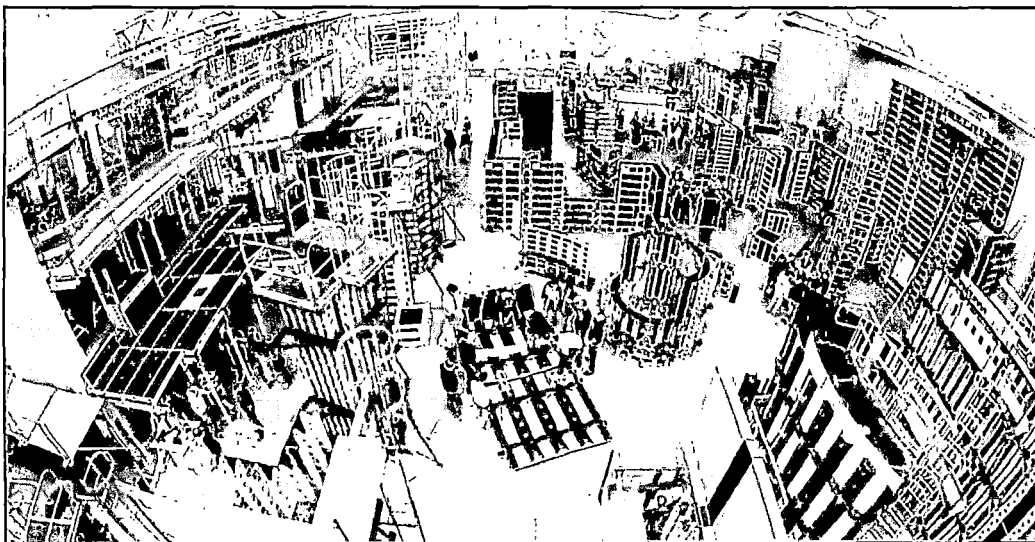


Figura N°5.11 Show Room – Sala de exhibición de los sistemas de encofrados PERI en Europa.
Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

Estos nuevos sistemas de encofrado son muy sencillos de emplear y se encuentran en diversas modulaciones y son adaptables para cada proyecto; entre los más comunes tenemos a los moldes de columnas o placas que son ajustables a las dimensiones que se necesitan (ver Figura N°5.12).

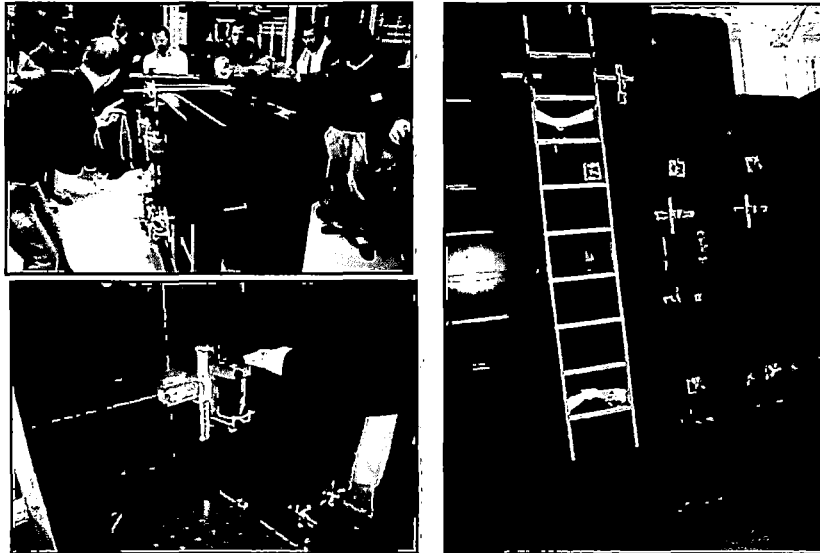


Figura N°5.12 Variedad de accesorios de encofrados PERI en Europa.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

Otro tema importante a considerarse dentro de los encofrados que se usaran en los proyectos es el izaje de estos, muchas veces solo se emplea la grúa torre como elemento de acarreo para trasladar encofrados, pero este esquema está cambiando al emplear la grúa torre como ayuda en la colocación de los encofrados, pudiendo estar diseñados para encofrar cualquier elemento en obra; una de las aplicaciones de este tipo de izaje se ha realizado en el proyecto de BCP de Chorrillos construido por GyM (ver Figura N°5.13) en donde se emplearon encofrados para placas y muros.

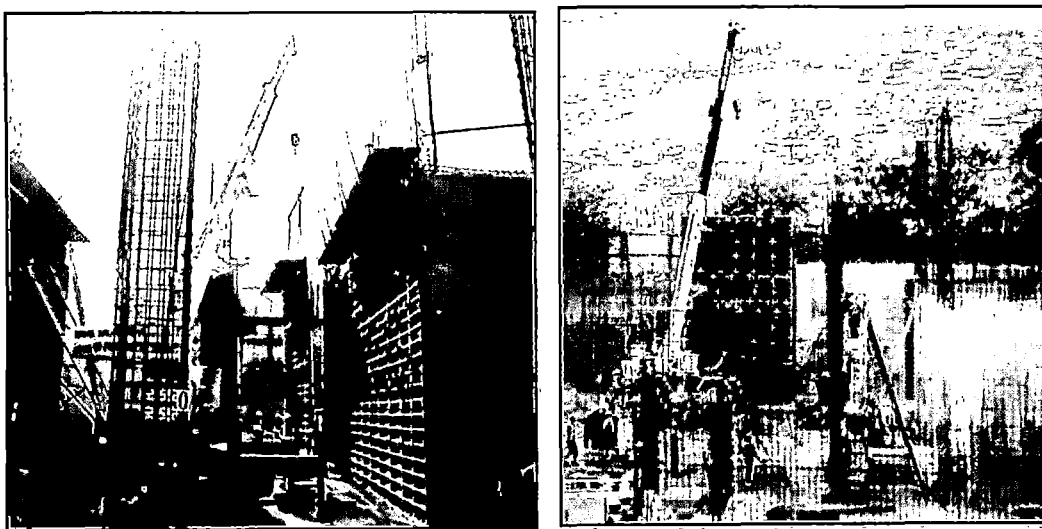


Figura N°5.13 Grúa izando paneles de encofrado en Proyecto BCP de Chorrillos.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

Además de las placas en las obras, también pueden izarse otro tipo de estructura como las columnas y vigas prefabricadas (ver Figura N°5.14).

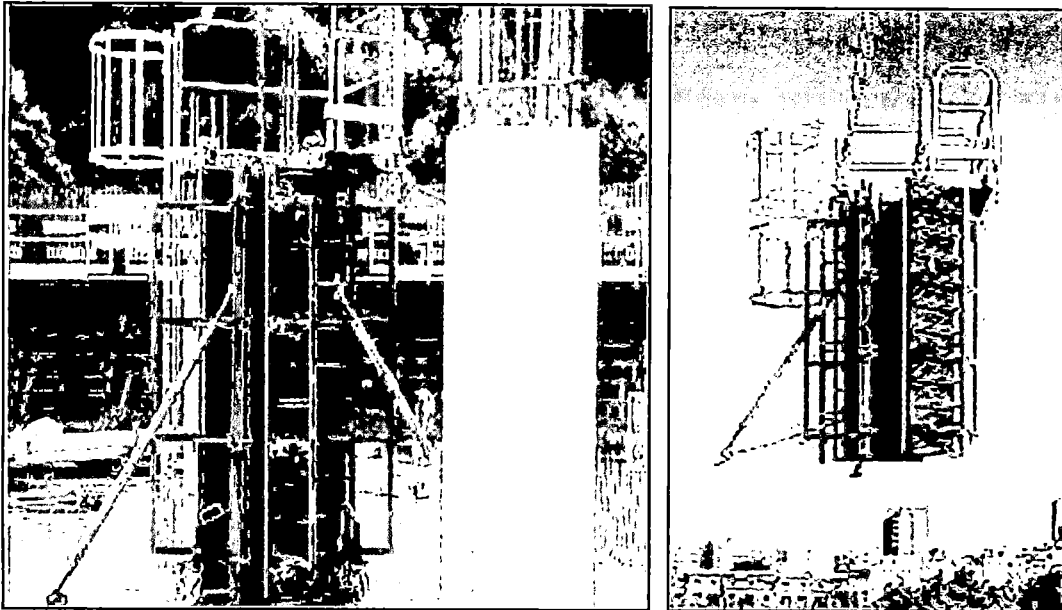


Figura N°5.14 Grúa izando el encofrado de una columna.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

Uno de los puntos desfavorables que se presentan cuando se emplea estos nuevos sistemas es el miedo de la gente que está acostumbrada completamente a lo clásico, pero es un tema que puede ser aplicable a nuestra realidad generando consciencia y cultura en los trabajadores, la capacitación es una muy buena solución ante esto.

5.3.3 Enfoque de la obra por frentes

Comúnmente en el Perú se utilizan grúas torre para trabajar en determinado área, aún se tiene en mente que la grúa debe cubrir el 100% del terreno, pero vemos en obras de países en desarrollo que cuentan con varias grúas que a veces traslapan una parte de su área de trabajo con la de otra grúa, esto se debe a que están destinados a distintos frentes que pueden cubrir o no el mismo área pero cada una tiene un paquete de trabajo determinado el cual es asignado como parte de la sectorización que se maneje en obra (ver Figura N°5.15), es por ello que además de definir los frentes de trabajo se debe tener en cuenta que

un factor clave que acompaña a esto es una adecuada sectorización en la obra, en la cual se divide a la obra en sectores que tengan casi la misma cantidad de trabajo por día; posteriormente se verá la aplicación de este enfoque en una obra con buenos resultados, empleando un par de frentes de trabajo y sectores equitativos definidos en cada uno de ellos.

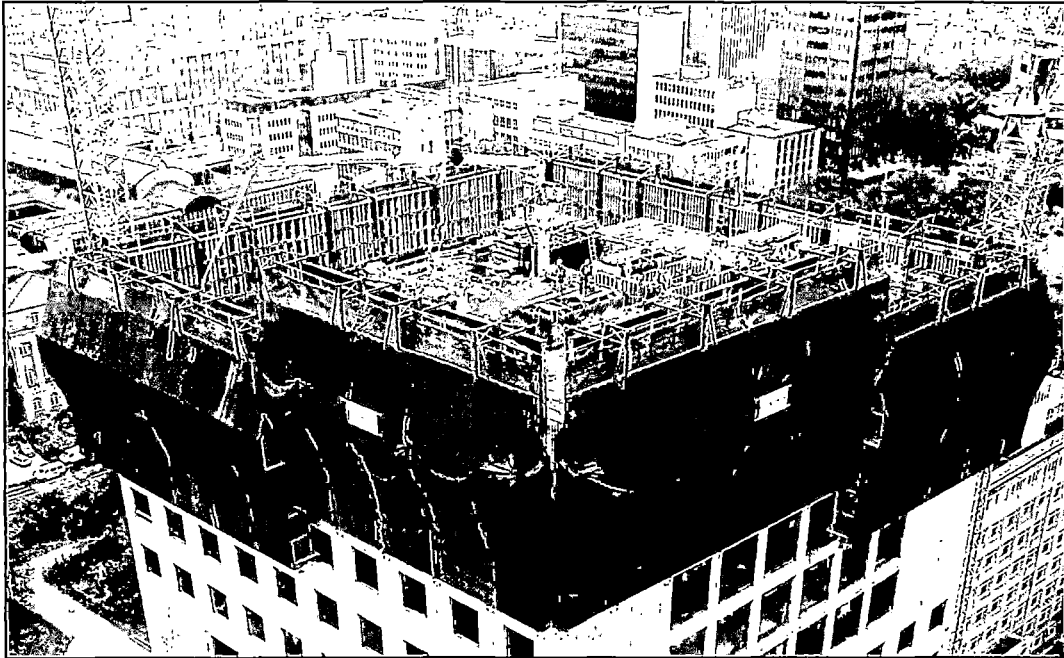


Figura N°5.15 Obra en Europa con 2 frentes de trabajo.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

5.3.4 Accesorios que agilizan el trabajo de las grúas torre

A continuación se mostrara algunos de los accesorios que ayudan a acelerar los procesos en los que interviene la grúa torre típicamente, desde acarreo de materiales hasta vaciados de elementos en obra.

- Los cajones que se usan en obra:

Para cambiar la forma típica mediante la cual se transportan los cajones o contenedores en obra, que normalmente se realiza amarrando las 4 esquinas del contenedor con estobos o eslingas, se puede optar por cambiar estos elementos por un solo gancho para sujetar el contenedor como se muestra en la Figura N°5.16.

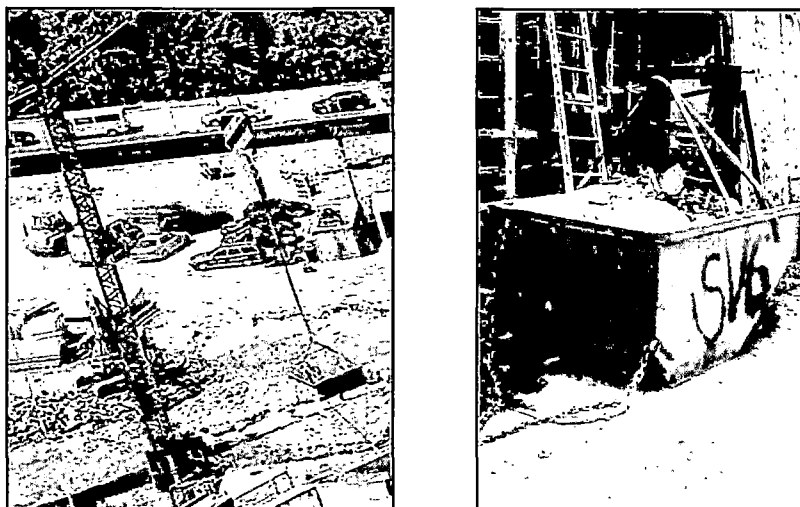


Figura N°5.16 Diferentes tipos de cajones o baldes para transporte en obra.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

- Balde especial para vaciado de concreto

Dentro de lo que a baldes para vaciado de concreto se refiere, se cuenta con una gran gama de opciones a escoger; como ejemplo se tiene un balde usado para el vaciado de concreto que cuenta con una pequeña cabina que tiene espacio para una persona, (se evita que se tenga 2 personas cuyos tiempos se traslapan, o sea cuando uno está haciendo algo el otro no). Con el uso de este balde se disminuye la cuadrilla de vaciado en una persona (ver Figura N°5.17); es importante reconocer si el tema de seguridad en obra lo permite y varía también de acuerdo a la leyes del país donde se aplique.

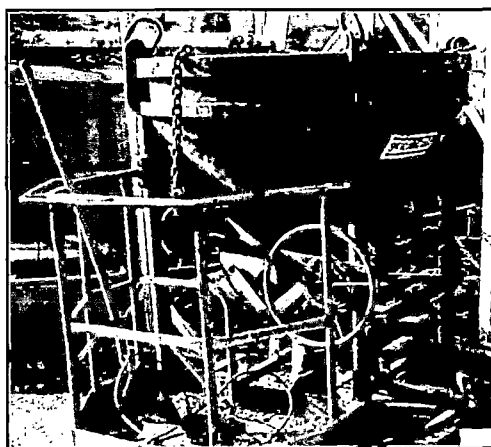


Figura N°5.17 Balde para vaciado de concreto con compartimiento para transporte del rigger.

Fuente: Centro Corporativo de Aprendizaje, Charla de Edificaciones en Europa, Ing. Omar Alfaro.

También se incluyen en el Anexo N°3 algunos accesorios más de la marca Boscaro con sus especificaciones, dependiendo del proyecto cada uno puede optar por una solución diferente.

5.4 CASO DE ÉXITO: PROYECTO LEURO

5.4.1 Proyecto Centro Empresarial Leuro

Este es un proyecto de edificaciones ubicado en la Av. Paseo de la República 5887, 5891, 5895 – Miraflores. Esta obra tiene 8 sótanos y 17 pisos con un área de terreno de más de 3800 m², se puede ver su ubicación en la Figura N°5.18.

Se decidió aplicar los instructivos y recomendaciones planteadas en la tesis que son dirigidos al empleo de grúas torre en viviendas masivas para esta obra debido a que es de gran altura y tiene un diseño entre pisos repetitivo, lo que permite diseñar los procesos sin muchas variaciones y tener los sectores de trabajo definidos de la misma manera entre niveles (ver Figura N°5.19).

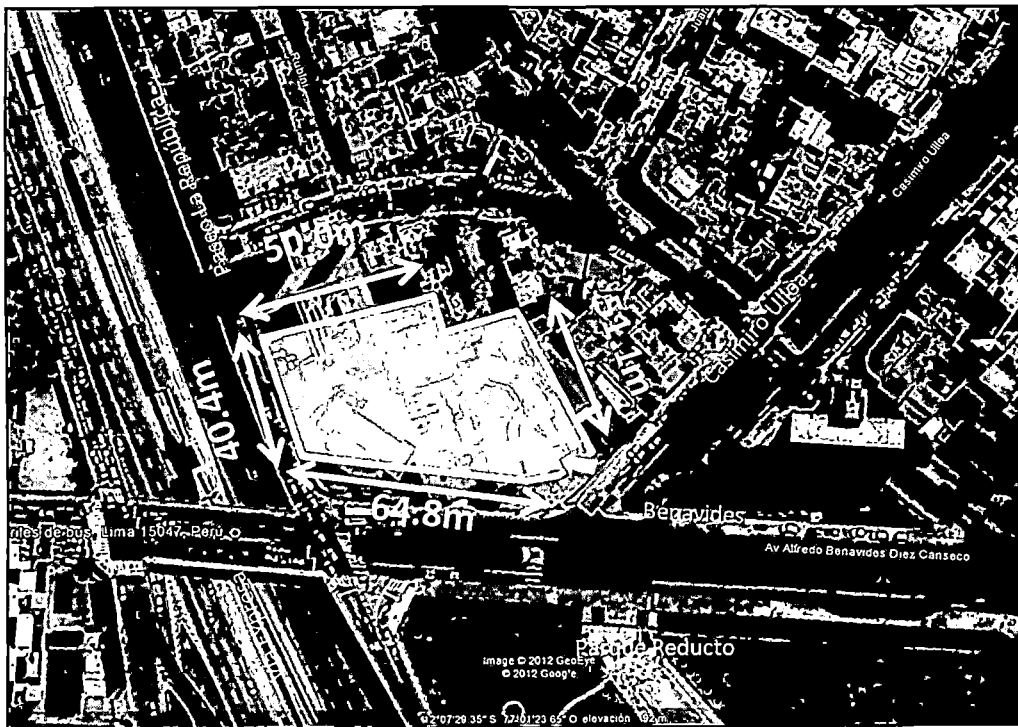


Figura N°5.18 Plano de ubicación de la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

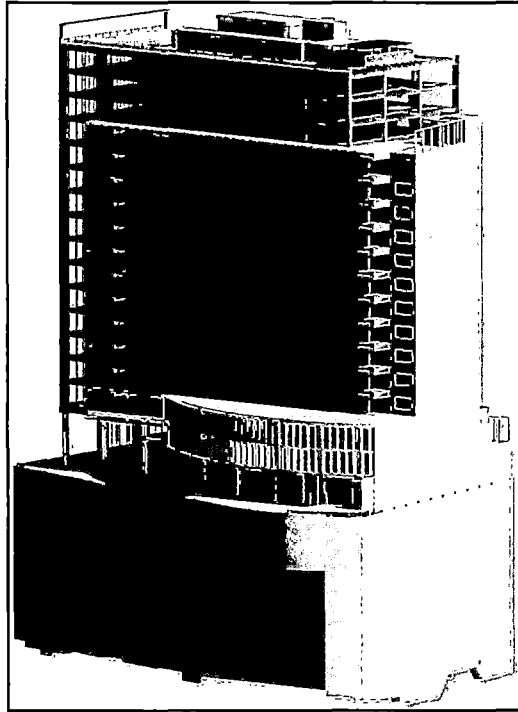


Figura N°5.19 Vista 3D del modelo BIM de la obra Leuro.

Fuente: Planos BIM del proyecto Leuro.

Esta obra está destinada para oficinas y locales comerciales (ver Figura N°5.20), los niveles tienen el mismo diseño hasta el piso 13, disminuyendo un poco el área en los últimos cuatro niveles.

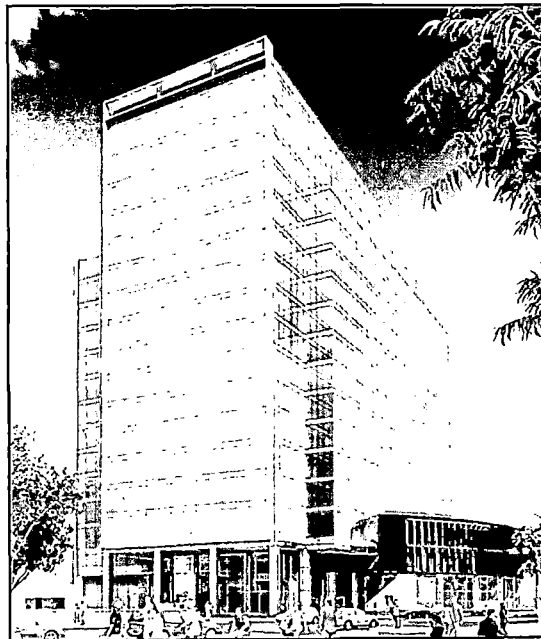


Figura N°5.20 Vista modelada final de la obra Leuro.

Fuente: Planos BIM del proyecto Leuro.

5.4.2 Grúas torre en el proyecto Leuro

En este proyecto se contaba con dos grúas que se pueden apreciar en la obra en la Figura N°5.21; ambas grúas tienen alcances distintos ya que fueron seleccionadas para abastecer frentes de trabajo diferentes.

Sobre las grúas de la obra se puede mencionar las principales características:

Grúa 1:

Marca: Potain

Modelo: MC115B

Largo máximo de pluma: 55m

Carga en punta: 1600 Kg.

Grúa 2:

Marca: Potain

Modelo: MC85B

Largo máximo de pluma: 50m

Carga en punta: 1300 Kg.

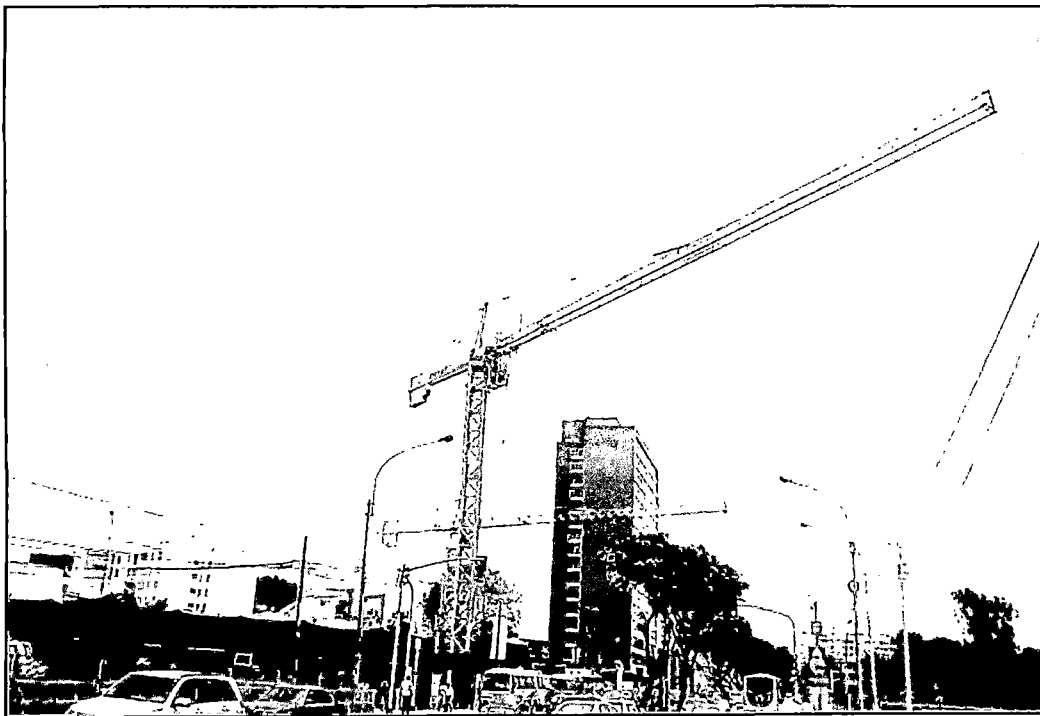


Figura N°5.21 Grúas en el proyecto Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 Estado inicial de la obra

Durante la estadía en obra se observó los procesos constructivos y la secuencia de las actividades que se tenía en obra, encontrando que estas no se encontraban debidamente organizadas, como se ve en la Figura N°5.22 se tenían prelosas acumuladas en obra que no habían sido colocadas, baldes con desecho llenos sin eliminar, estos generaban que la zona de descarga de materiales como el acero tenga problemas y se haga más lento y el uso de las grúas sea menos óptimo.



Figura N°5.22 Estado inicial de la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

Las grúas torre cumplían las funciones que se le asignaban en el momento y por una falta de planificación se acumulaban materiales que debían ser colocados inmediatamente con ayuda de la grúa torre, generando así un doble trabajo ya que ocasionaba que el proceso sea el siguiente: Acarreo de prelosas de la zona exterior → Acopio de prelosas en una zona de la obra → Posterior carga de la zona de acopio → Colocación de la prelosa. Esto generaba que el procedimiento macro de colocar prelosas tome el doble del tiempo necesario para ser realizado, lo cual produce ineficiencia en el proceso de colocación de prelosas y retrasos en los siguientes procesos dependientes de este.

5.4.4 Enfoque de obra por frentes y sectorización

Debido al área que tiene el proyecto se vio la necesidad de ejecutar la obra asumiendo dos frentes de trabajo, en la Figura N°5.23 se muestra la sectorización de la obra agrupado en los frentes de trabajo A y B, y la localización de las grúas, cada una de estas debe atender a los frentes a los que ha sido designada teniendo ambas una capacidad de trabajo similar.

Cuando se distribuye un proyecto en más de un frente se debe tener en cuenta mantener la continuidad de las cuadrillas que se tiene en obra para lo cual deben tener suficiente cantidad de trabajo en cada frente.

La sectorización del proyecto fue trabajada con soporte del área BIM del proyecto obteniendo sectores con paquetes de trabajo manejables para poder armar una planificación diaria que nos permita el uso de las grúas en cada sector del trabajo de la mejor manera, esta plan diario se obtuvo con los tiempos promedios de los procesos de obra.

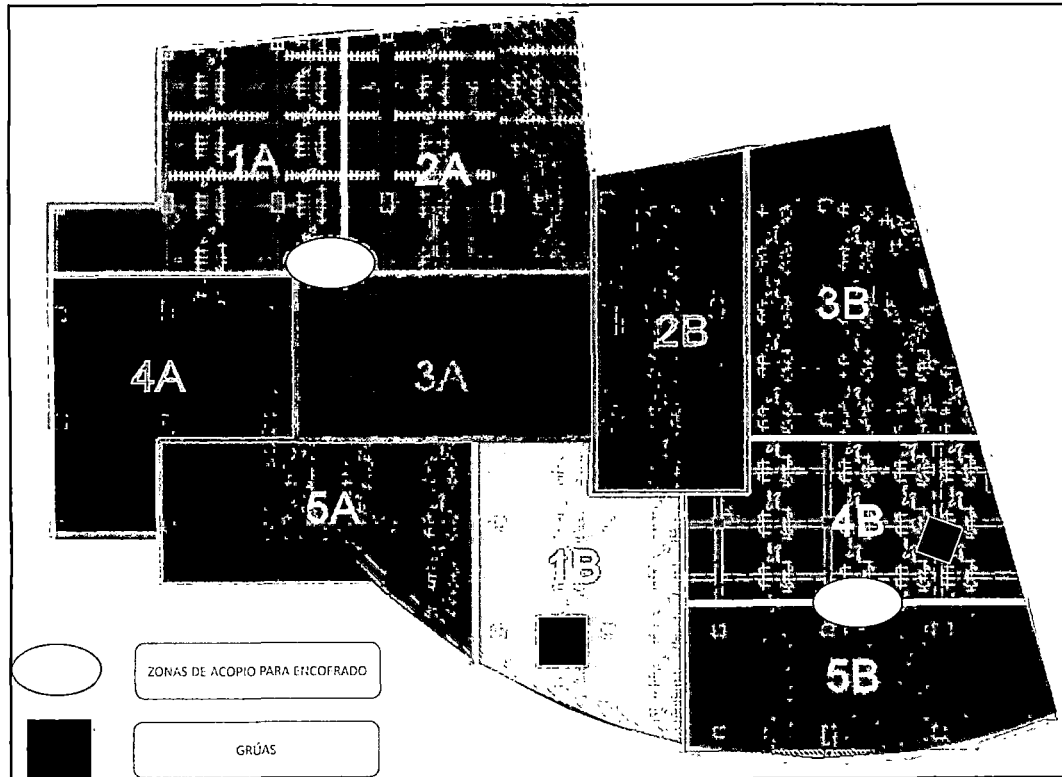


Figura N°5.23 Sectorización de la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5 Adecuada localización de las zonas de carga de materiales

Definir las mejores posiciones de donde se va a abastecerse el material es muy importante ya que también define el tiempo de abastecimiento que este tomara; paralelamente se debe prever una zona de acopio de materiales que no interrumpa la secuencia de las otras actividades con normalidad.

En la obra se definieron lugares de carga que permitían un flujo constante de los camiones que traen los materiales, esto a su vez permitió liberar el congestionamiento del tráfico que se había formado en las avenidas Benavides y Paseo de la Republica. Estos lugares de carga de materiales tenían un horario fijo establecido por producción el cual se procuraba cumplir para no generar retrasos en otras actividades.

Se puede observar en la Figura N°5.24 la zona de carga de concreto y en la Figura N°5.25 se muestra como estaban distribuidas las zonas de carga de acero, prelosas y otros accesorios.

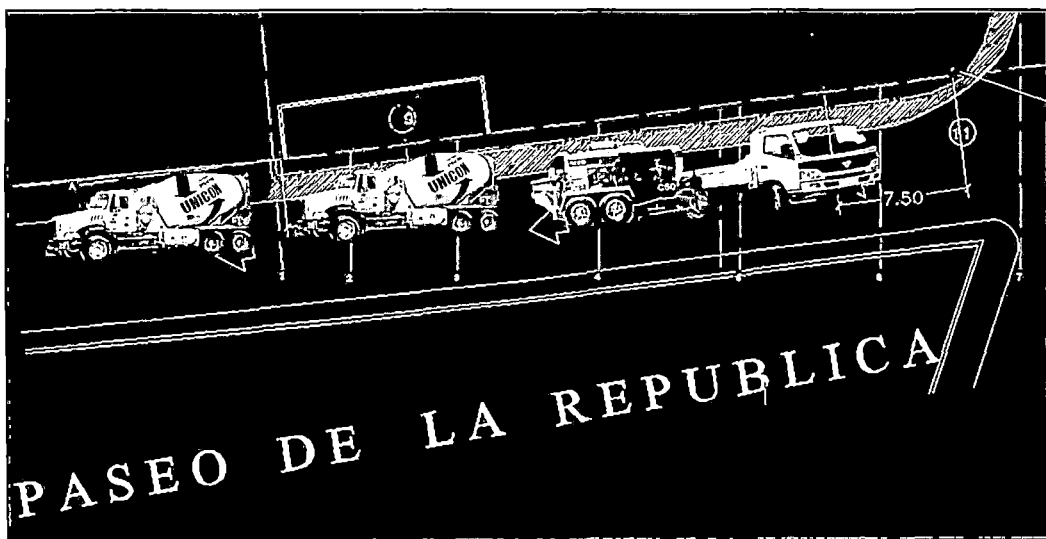


Figura N°5.24 Zona de carga en Av. Paseo de la República.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar se trabajaba al mismo tiempo con más de un mixer ya que en ocasiones se realizaba el vaciado de las losas con tuberías mientras que los verticales se vaciaban con ayuda de la grúa torre.

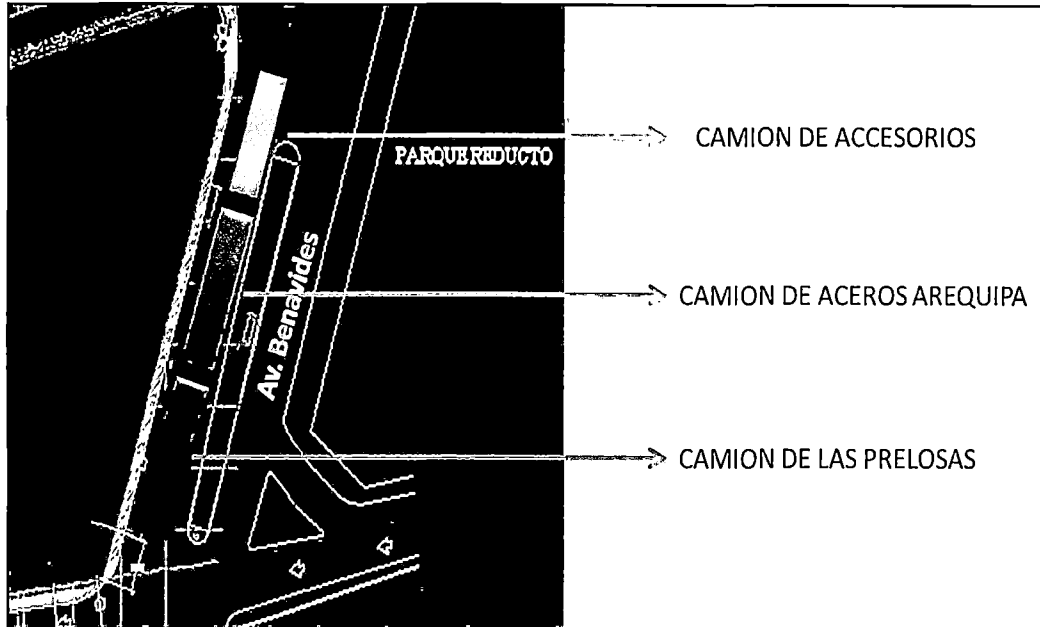


Figura N°5.25 Zona de carga en Av. Benavides.

Fuente: Elaboración propia.

Se programó la llegada de los materiales en horarios tales que no se tenga a camiones esperando a la grúa mientras ejecuta otra actividad, si no que los materiales lleguen y la grúa pueda trasladar el material para que estos puedan retirarse de la obra y pueda llegar el siguiente, en la Figura N°5.26 se puede observar la llegada a obra del camión con prelosas.

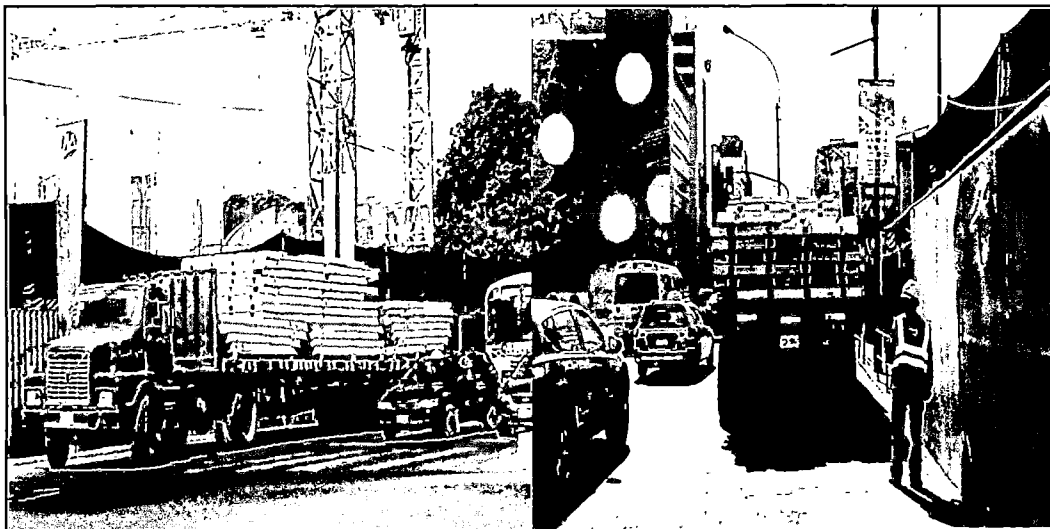


Figura N°5.26 Camión de prelosas en obra.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.6 Organización de los paquetes de carga

Al empezar el análisis de los procesos de las obras se encontró dentro de estas que el tiempo de carga puede llegar a durar más de acuerdo a como es que la carga llegue a la obra, inicialmente en el Leuro los paquetes de carga llegaban a obra amontonados y sin espacio para ser sujetados con facilidad por los trabajadores (ver Figura N°5.27).



Figura N°5.27 Camión de prelosas en obra.

Fuente: Elaboración propia.

Antes esto se decidió hacer coordinaciones con logística central y coordinar los pedidos para que estos lleguen de manera más organizada, con la suficiente separación entre los paquetes de carga que permitan ser sujetados con facilidad por los trabajadores y así ser transportador por la grúa con una mayor facilidad.

5.4.7 Definición de los procesos en obra

Con el conocimiento e información base que se tiene de las obras estudiadas se planteó una secuencia de actividades para cada proceso de tal forma que estos se realicen de la mejor manera posible evitando tiempos muertos entre actividades, para atacar el tema de los procesos se muestra a continuación la secuencia que se determinó para cada una de ellas, tratando de optimizar el personal empleado y la duración de las actividades y subactividades que

realizan. En la Figura N°5.28 se esquematiza el proceso del vaciado de concreto con ayuda de la grúa torre, empezando desde el momento de la carga, los movimientos que realiza y la descarga del concreto en los elementos respectivos en la obra.



Figura N°5.28 Esquema para el proceso de vaciado de concreto en la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se esquematizan otro de los procesos más repetitivos en obra: La colocación de prelasas (ver Figura N°5.29), este es uno de los procesos más importantes para mantener el flujo de actividades, a la vez materializa obra y es considerada una actividad productiva. Se definió las subactividades de este proceso basándose en experiencias anteriores previniendo así hasta el número de ganchos que deben tener las prelasas para hacer la carga de la forma más rápida posible, con el menor número de enganches.

Otro proceso repetitivo motivo de aplicación en el de acarreo de acero ya que comúnmente en obra se abastece el acero en barras (ver Figura N°5.30), en este proceso se cambió la forma en que llegaban los paquetes de carga solicitando que se le coloquen una mayor cantidad de tacos entre los paquetes evitando que estos se enganchen entre si cuando son cargados con la grúa.

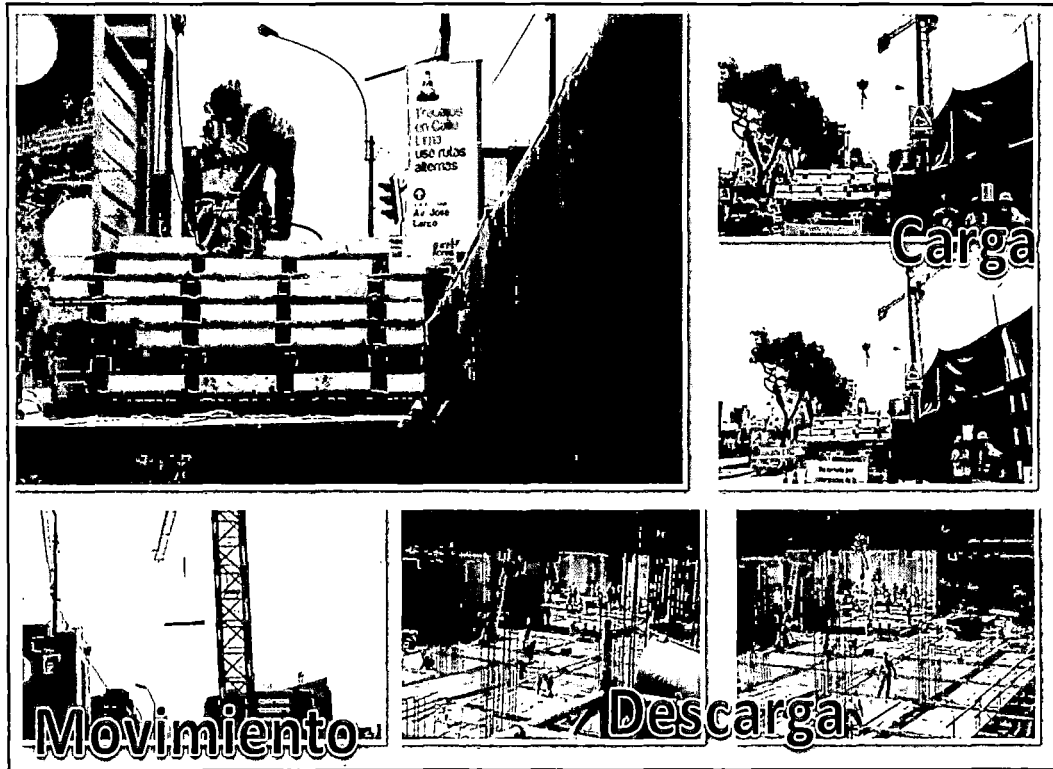


Figura N°5.29 Esquema para el proceso de colocación de prelasas en la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

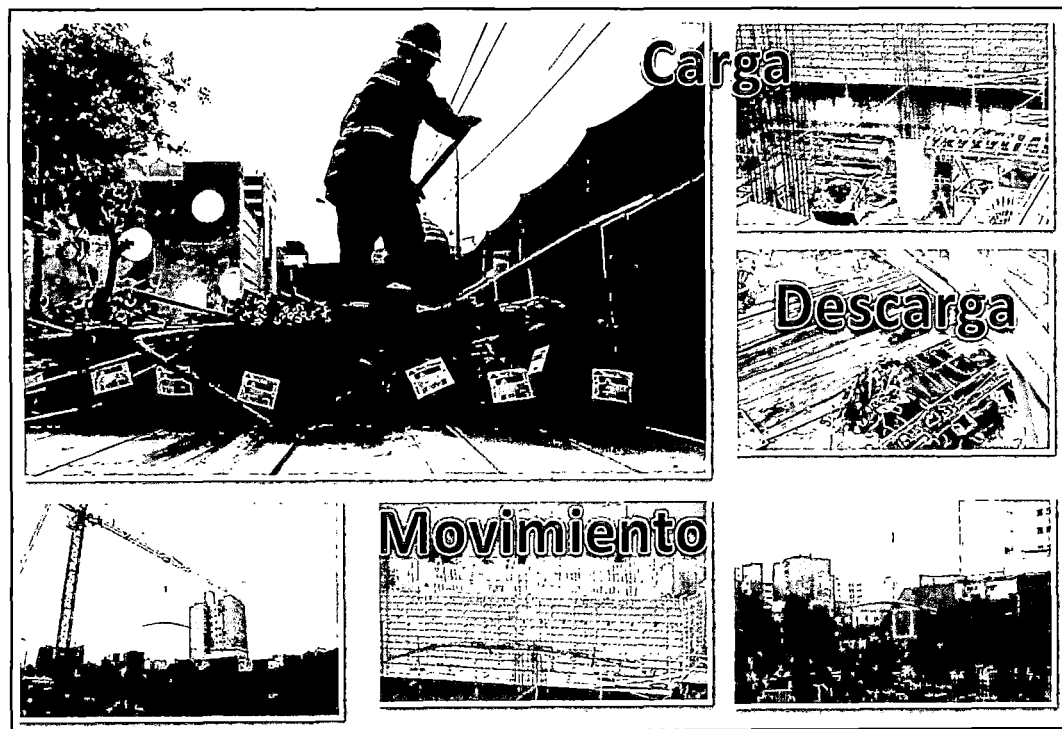


Figura N°5.30 Esquema para el proceso de acarreo de acero en la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

Estos esquemas diseñados en obra se compararon en duración con los datos tomados en las obras anteriores mostrando buenos resultados, menor duración y menor empleo de mano de obra, se probó también que la aplicación de esto va no solamente hacia la construcción de viviendas masivas, si no que puede ser aplicada a la diversidad de obras de edificaciones que usan grúas torre para su construcción.

Para dejar el esquema de los procesos en claro se analizó cada proceso y sus subprocesos con el fin de encontrar el punto débil del mismo, obteniendo en la mayoría de casos el tema de la carga como el subproceso que demora más tiempo, con la coordinación realizada con logística este punto fue superado ayudando a ejecutar los procesos de una forma más rápida.

Se recopiló en la obra datos de tiempo de los procesos realizados, con los que se obtuvo el promedio de duración de las actividades realizadas con ayuda de la grúa torre con el fin de tener un registro de tiempos con el cual se pueda planificar las actividades que se realizaban, teniendo en cuenta la cantidad de trabajo programada y el tiempo que dura el ejecutarlo.

Una vez definidos y aprobados los procesos y su clasificación con los ingenieros de producción a cargo de la obra se pudo obtener los siguientes resultados mostrados en la Tabla N°5.4 y N°5.5.

Tabla N°5.4 Duración promedio de actividades productivas en obra Leuro.

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	DURACIÓN GRÚA MCI15B	DURACIÓN GRÚA MCI85A
COLOCACIÓN DE PRE LOSAS	0:06:04	0:05:17
COLOCACION DE ARMADURA DE PLACA	0:34:50	
VACIADO DE CONCRETO (VERTICALES)	0:05:04	0:05:49
VACIADO DE CONCRETO (LOSAS)	0:05:11	0:05:16

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de las actividades productivas se decidió dividir el proceso de vaciado en dos categorías dependiendo si el vaciado se realiza en elementos verticales u horizontales.

Tabla N°5.5 Duración promedio de actividades contributorias en obra Leuro.

ACTIVIDADES CONTRIBUTORIAS	DURACIÓN GRÚA MC115B	DURACIÓN GRÚA MCI85A
CHARLA DE SEGURIDAD	0:15:00	0:15:00
CHECK LIST	0:14:07	0:17:21
ACARREO DE ACCESORIOS DE ANDAMIOS	0:04:59	0:04:22
ACARREO DE ACERO A ZONA DE TRABAJO	00:05:36 *0:15:27	0:07:07
ACARREO DE ANDAMIO ARMADO	0:08:30	0:06:47
ACARREO DE DISAL	0:07:45	
ACARREO DE EQUIPOS MENORES	0:10:00	
ACARREO DE ENCOFRADO	0:07:05	0:05:12
ACARREO DE ESTRIBOS	0:10:07	0:07:44
ACARREO DE TABLAS DE ANDAMIO.	00:06:29 *00:10:29	0:07:23
ACARREO DE TREPA	00:05:48 *00:16:35	

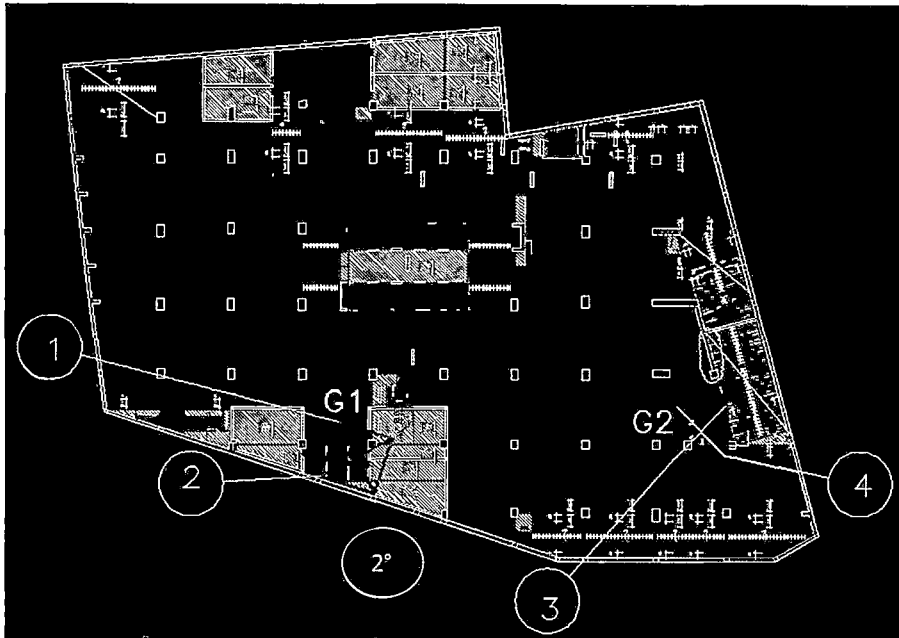
Fuente: Elaboración propia.

5.4.8 Elaboración de un plan diario para la grúa torre

De las experiencia previas quedo comprobado lo importante y necesario que resulta tener un plan diario para las actividades que la grúa torre debe realizar en la obra, es por ello que se decidió implementar en conjunto con el equipo de campo un plan diario en un formato determinado (ver Figura N°5.31) en el cual además de las horas en las que debe estar ejecutando ciertas actividades, figura también las zonas donde se encontrara los materiales en la zona de carga para que así el operario sepa hacia dónde dirigirse.

Para poder plasmar este plan diario se tomó en cuenta la duración de los procesos que habían sido calculados y así se aproximaba en variaciones de media o una hora que actividad debían realizar, tratando de programar los movimientos internos pequeños para el medio día, horario en que los trabajadores pueden almorzar, y así evitar colocar actividades de colocación que demanden más tiempo.

HORARIO DE GRUAS 23-01-14



Horario	Grua 1		Grua 2	
	1	2	3	4
7:30-8:30		Andamio acero	Andamio acero	Unicon
8:00-8:30		Caja ecologica	Caja ecologica	Unicon
8:30-9:30	Unicon	AASA	AASA	Unicon
9:00 -9:30	Unicon	AASA	AASA	Unicon
9:30-10:30	Unicon	Unicon	Prelosa	Unicon
10:30-11:30	Unicon	Unicon	Prelosa	Unicon
11:30-12:30	Unicon	Trepa	Prelosa	Unicon
12:30-13:30	Unicon	Trepa	Mov internos	Unicon
13:30-14:30	Unicon	Prearmado	Mov internos	Unicon
14:30-15:00	Unicon	Prearmado	Unicon	Unicon
15:00-15:30	Unicon	Andamio acero	Unicon	Unicon
15:30-16:30	Unicon	Unicon	Mov internos	
16:30-17:30		Unicon	Mov internos	
17:30-18:00		Limpieza	Limpieza	

Figura N°5.31 Plan diario para las grúas torre en la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del plan estaban ubicadas las principales zonas de llegada de materiales, las actividades son programadas desde el inicio del jornal hasta finalizar sus labores evitando así los tiempos de espera que se encontró en obras anteriores luego de la charla de seguridad y el check list.

5.4.9 Resultados

Uno de los primeros resultados que se mostrara es el nivel general de actividad del trabajo que realizan ambas grúas en el proyecto (ver Figura N°5.32). Estos resultados comprueban los beneficios de las mejores prácticas planteadas anteriormente que fueron desarrolladas con el apoyo del equipo del proyecto.

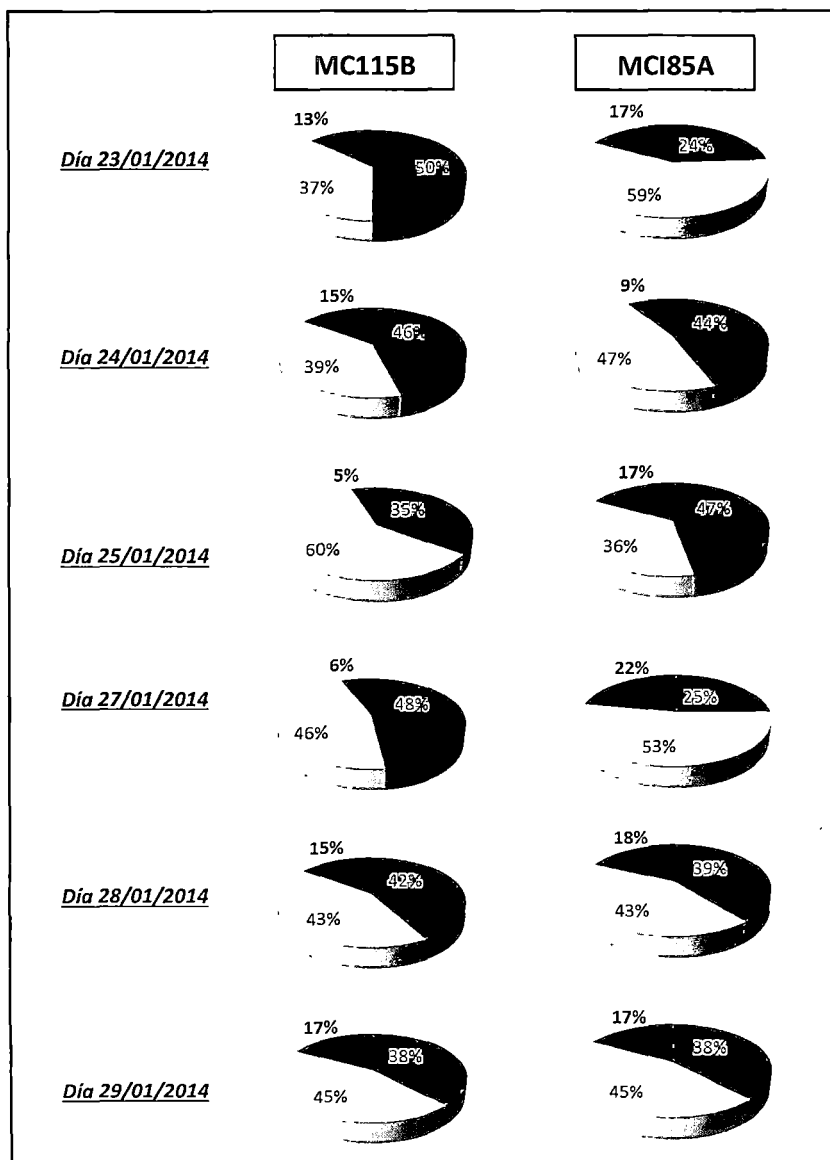


Figura N°5.32 Nivel general de actividad de la obra Leuro.

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar la diferencia de los resultados entre una grúa y la otra, como se detalló inicialmente la primera grúa torre (MC115B) tiene un mayor alcance de pluma, por lo que las tareas que se le asignaban permitía que esta

esté en mayor actividad y no tenga tiempos vacíos, sin embargo es algo en lo que aún se puede trabajar con ciertos criterios más y entrando al tema de la capacitación del personal que trabaja directamente con la grúa torre.

Dentro de las causas que originaron el TNC en esta obra se puede mencionar:

- En ocasiones el plan diario implementado no era seguido de acuerdo al plan por falta de llegada de algún material.
- Cuando se realizaban vaciados de elementos verticales y horizontales al mismo tiempo y se demoraba en llegar el mixer con la resistencia adecuada para los elementos verticales, la grúa debía esperar su llegada para poder vaciar inmediatamente.
- Falta de accesorios de enganche adicionales, de haber sido implementados estos en obra los resultados pudieron haber sido mucho mejores ya que al tener más aparejos de carga esta resulta siendo mucho más rápida por lo cual la duración del proceso disminuye.

Para mostrar los resultados del NGA globales comparados con las demás obras se tiene el Gráfico N°5.10 en el que figura los resultados de todas las grúas analizadas y los resultados de las grúas implementadas en la obra Leuro.

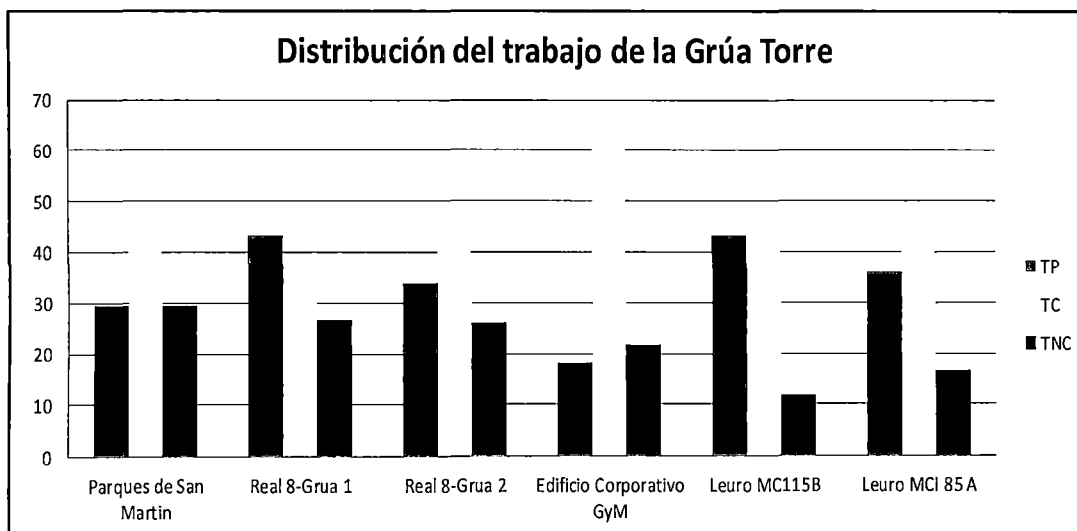


Gráfico N°5.10 Comparativo de nivel general de actividades entre obras.

Fuente: Elaboración propia.

Se puede clasificar únicamente los TNC de todas las grúas torre para ver los resultados comparativos entre obras (ver Gráfico N°5.11):

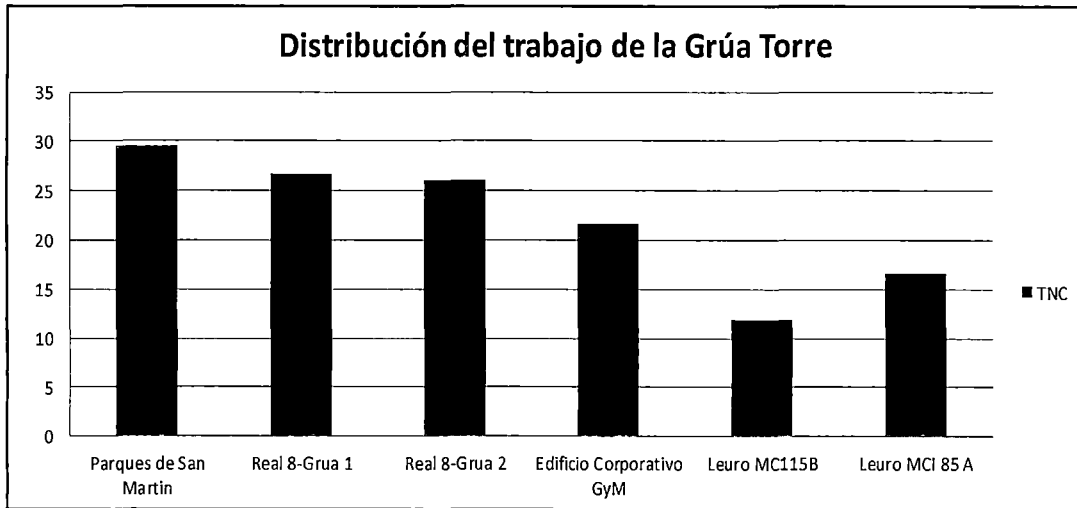


Gráfico N°5.11 Comparativo de tiempo no contributorio promedio entre obras.

Fuente: Elaboración propia.

Entonces los últimos resultados del proyecto implementado que brindo buenos resultados permiten reducir el TNC que era hasta el momento de 27% hasta un 22% en promedio actual, estando aún muy por debajo debido a las mejoras implementadas.

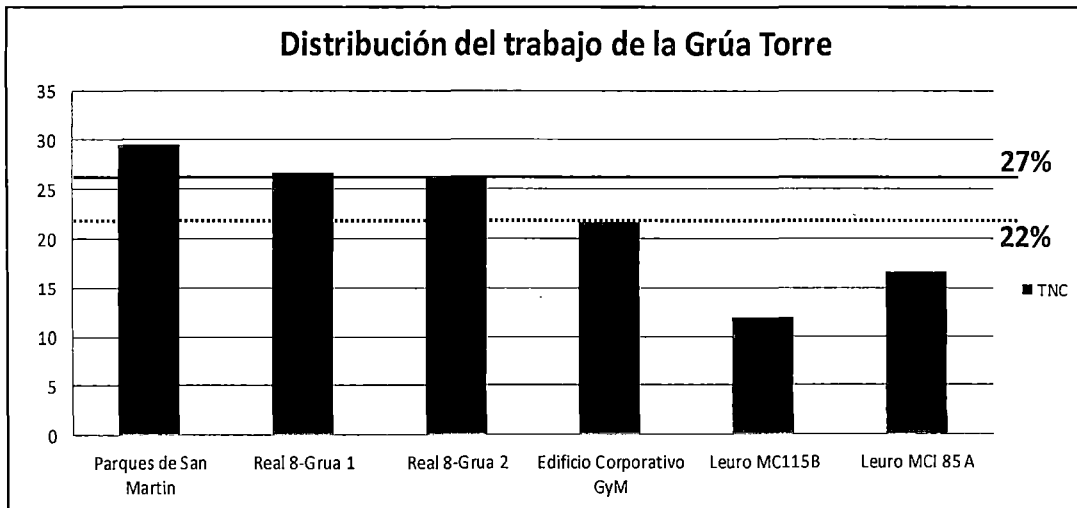


Gráfico N°5.12 Nuevo promedio de TNC.

Fuente: Elaboración propia.

Se buscara seguir planteando las mejores prácticas en los proyectos para obtener resultados como los encontrados o aún mucho más positivos.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Las grúas torre juegan un papel muy importante en las construcciones debido a su capacidad y versatilidad en comparación con otros equipos, se ha demostrado que esta permite convertir los sistemas constructivos tradicionales en unos más técnicos con los que se obtienen mayores rendimientos e implican un menor uso de personal en obra.
- La antigüedad de las grúas torre estudiadas varía de 7 a 9 años, la cual es una edad mediana para una grúa torre, por ende la edad de las grúas en este caso no interviene directamente con los resultados encontrados de los tiempos no contributivos en las obras, si no que estos se deben fundamentalmente al manejo de la gestión en los proyectos.
- Se encontró que dentro de todas las causas que originan tiempos muertos en el flujo de actividades que realiza la grúa torre en obra, las más significativas son: La demora de camiones mixer y la falta de una programación de las actividades diarias en las que interviene la grúa torre; se identificó que estas dos causas se deben, básicamente, a la mala gestión en obra.
- El concepto de grúa como equipo solo para trasladar materiales ya no es la correcta, de acuerdo al estudio realizado la grúa torre es un equipo que permite usar sistemas que ayudan a ahorrar en costo y plazo dentro de un proyecto, permitiendo crear nuevas metodologías constructivas con apoyo de la tecnología.
- Ya se cuenta en el mercado con una oferta permanente de sistemas constructivos no convencionales que nos dan la oportunidad de generar cambios dentro de la forma convencional de construir; estos nuevos sistemas pueden implicar costos relativamente más caros al inicio, pero brinda un gran ahorro en tiempo y horas hombre, lo que conlleva a resultados positivos dentro de los proyectos.

- La mejor ubicación de una grúa torre es al medio de la obra ya que se maximiza su uso por el radio de giro completo que tiene, pero el problema que se presenta es la limitación del desmontaje, por otro lado se comprobó que en los perímetros del proyecto se limita mucho el accionar de las grúas torre especialmente cuando se tiene la limitante de no poder trasladar carga por fuera de la obra.
- La asignación de una grúa por cada frente de trabajo resulta ser muy buena cuando la grúa cuenta con un área considerablemente grande así como el último proyecto Leuro en el cual esta división por frentes de trabajo fue apoyada también por una adecuada sectorización de las áreas de trabajo.
- De los Diagramas de Pareto se puede apreciar que el tiempo no contributorio total del trabajo de las grúas torre en una semana, representa aproximadamente una jornada de trabajo de la grúa torre de 8 o 9 horas, lo cual impacta en costos no solo por el tiempo que el equipo pierde, sino también por las horas hombre que en estos casos son también tiempos muertos.
- Del diagrama de Ishikawa se puede observar la importancia que tiene la gestión y el manejo que realizan los ingenieros de campo a cargo, ya que estos repercuten directamente en los resultados de causas de tiempo no contributorio, pudiendo eliminarlos o mitigarlos con las mejoras planteadas y un adecuado seguimiento por parte de ellos.
- Las cartas balance son una metodología válida para hacer mejoras en los procesos de construcción. Si esta metodología se aplica para analizar actividades repetitivas, se podría mejorar el diseño de los procesos constructivos en cualquier proyecto, manejando así los recursos de una manera efectiva.
- En el estudio de la continuidad de los flujos, se identificó que el tiempo no contributorio promedio en el trabajo de las grúas torre en los proyectos de edificaciones en Lima es de 27%, cifra que es alta y se comprobó que

puede ser reducida en menos de la mitad implementando las mejoras planteadas dentro de la tesis.

- El uso de la bomba para el vaciado de concreto es recomendable para vaciados masivos, sin embargo en las obras estudiadas los elementos estructurales son normalmente esbeltos por lo cual es más favorable el empleo de grúas torre para el vaciado de tal forma que se tiene el tiempo necesario para el vibrado de dichos elementos.
- Se comprueba que en la mayoría de obras la actividad de vaciado de concreto dispone de más personal del realmente requerido, lo cual redundaría en costos en la obra.
- Se concluye que la hipótesis planteada inicialmente es válida, ya que se pudo asignar prioridades a las actividades en las que interviene la grúa y de esta manera tener algunas actividades de reserva en caso alguna de las principales no pueda ser ejecutada. Además se recomienda ciertos lineamientos como la implementación de una programación diaria del trabajo de la grúa, el uso de cartas balance para la mejora de procesos y la mejora de la relación entre los integrantes directos e indirectos del proyecto tales como constructor - proveedor, entre otros.

6.1 RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar una programación para el trabajo de la grúa torre, esta programación se debe plasmar en un plan diario en formato simple que llegue y sea manejado por el personal en obra, tanto las personas que laboran directamente con la grúa torre, como los subcontratistas para que sepan el horario que tienen asignado para disponer de la grúa torre. Se recomienda que esta programación se base en prioridades y ciclos de trabajo.
- Si bien la edad que tienen las grúas no influye directamente al estudio, es bueno llevar a cabo un mantenimiento preventivo más frecuente a

medida que la antigüedad de la grúa aumenta, para evitar tiempos muertos a consecuencia de alguna avería o mal funcionamiento.

- Se recomienda estrechar la relación constructor-proveedor, en especial, en el caso del proveedor de concreto pre mezclado, para poder coordinar los horarios e intervalos de llegada del concreto a la obra y evitar que la grúa torre tenga tiempos no contributorios por esperar la llegada de los mismos.
- Es necesario una planificación bien pensada para convertir las actividades de la torre grúa en actividades que agreguen valor y materialicen obra, es decir pasen de ser actividades contributorias y se conviertan en actividades productivas.
- Si se requiere colocar una grúa torre en medio de la obra y posteriormente retirarla, se puede emplear equipos para desarmar grúas dentro de los edificios y como otra alternativa emplear una grúa para desarmar otra como se hace comúnmente en Europa, este tipo de solución se vio en la obra del BCP de Chorrillos construido por GyM.
- Cuando se necesiten equipos de traslado solamente, se pueden emplear equipos más sencillos como el telehandler o los ascensores verticales los cuales son menos pesadas y de menor costo.
- Producto del crecimiento del sector construcción han aparecido problemas nuevos y nuevos retos que se deben resolver por los ingenieros, para lo cual se debe investigar experiencias previas relacionadas a dichos problemas pudiendo comparar y ayudarse de modelos de países en desarrollo y tratar de aplicarlo a la realidad del país con las consideraciones necesarias.
- Dentro del mercado competitivo de la construcción el uso de nuevas técnicas de construcción es una forma de diferenciarse para las empresas constructoras mediante el uso de nuevas tecnologías como las grúas torre que permiten y ayudan en la ejecución de muchos procesos

constructivos tales como los que se vieron en el desarrollo de la investigación.

- Se recomienda usar las cartas balance para el diseño o rediseño de los procesos constructivos y de esta manera poder mejorarlos, así como paso en el caso del vaciado de concreto que se pudo detectar el exceso de recursos de mano de obra, las cartas balance deben ser aplicadas a los procesos constructivos más importantes o repetitivos en el proyecto.
- Se debe considerar hacer un estudio comparativo a profundidad sobre los costos y calidad, entre los casos que se use el "tremie" y cuando no se usa este para el vaciado de concreto.
- Se debe considerar el listado de actividades que se muestran en el desarrollo de la tesis para ser tomadas como actividades de reserva (Actividades con una prioridad menor) en caso la grúa torre no tenga asignada alguna tarea, esta puede ir realizando otras actividades que sean necesarias pero no urgentes.
- Se recomienda realizar un estudio similar posteriormente debido a los cambios que puede tener el sector construcción, este estudio debe ser realizado en condiciones similares para poder hacer un comparativo con los resultados actuales.
- Este estudio fue dirigido a un tipo de construcción convencional, resultaría beneficioso realizar más estudios de estos nuevos equipos en diferentes condiciones para conocer y manejar los distintos ratios que se pueden obtener.

BIBLIOGRAFÍA

ABDELHAMID TARIQ S. "**Six-Sigma in Lean Construction Systems: opportunities and challenges**". Michigan State University.

BBVA CONTINENTAL, "**Situación inmobiliaria del Perú**", Artículo del Servicio de estudios económicos del BBVA, Lima, Perú, 2012.

CAPECO, "**XVII Estudio del Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao**", Lima, Perú, 2012.

CARTES COSSIO, MARIELA. "**Grúas torre**". Chile. Valdivia. 2004

DIVISIÓN DE EDIFICACIONES GyM. "**Tips para cartas balance compuesta, criterios básicos para la mejora de procesos**". GyM Portal del Conocimiento, 2008.

DOMENECH R, JOSÉ. "**Diagrama de Pareto**". 2013

FERNANDO BOTERO, LUIS. "**Herramientas de identificación y reducción de pérdidas**". Universidad EAFIT, 2012.

GUTIÉRREZ, ÁLVARO Y OLIVA, EDUARDO, "**El sector de la construcción en el Perú**", Informe del Instituto Español de Comercio Exterior, Lima, Perú, 2010.

HERRERA, JUAN PABLO Y LLOSA, FERNANDO. "**Construcción de edificios con muros de ductibilidad limitada - experiencias los parques del agustino**". Perú. Lima. 2013

HONG-MINH S. Y BARKER R. "**Construction supply chain trend analysis**". University of California, Berkeley, CA, USA, Julio de 1999.

INEI, "**Perú: Situación y Perspectivas de la Mortalidad por Sexo y Grupos de Edad, Nacional y por Departamentos, 1990-2025**", Artículo, Lima, Perú, 2010.

LOZADA KARINA PIÑA. "**Cómo lograr un Sistema de Producción Efectivo**".
Idear Consultores S.A.C. 2012

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO.
"**Reglamento Nacional de Edificaciones**". Perú. Lima. 2006

MUÑOZ SANHUEZA, FELIPE EDUARDO. "**Propuesta de un modelo de apoyo para la selección de grúas torre en la construcción habitacional en altura**".
Tesis de grado. Universidad del Bío-Bío, Depto. de Ingeniería Industrial, 2006

PUJOL, JOAN. Y RONDÓN SILVANA "**Informe de productividad de grúas Obra Pezet**". Lima, 2012.

SANTANA V, JOSÉ MIGUEL. "**El tiempo improductivo en obras de construcción**". Revista Ingeniería de Construcción, Santiago, Chile, 1989.

SALVADOR GILI," **Industrializar la construcción**". España. 2007

SERPELL, ALFREDO. Y VERBAL, RODRIGO. "**Análisis de operaciones mediante cartas de balance**". Revista Ingeniería de Construcción, 1990.

VICENTE GONZÁLEZ, LUIS. "**Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción**". Revista Ingeniería De Construcción. Chile. 2003

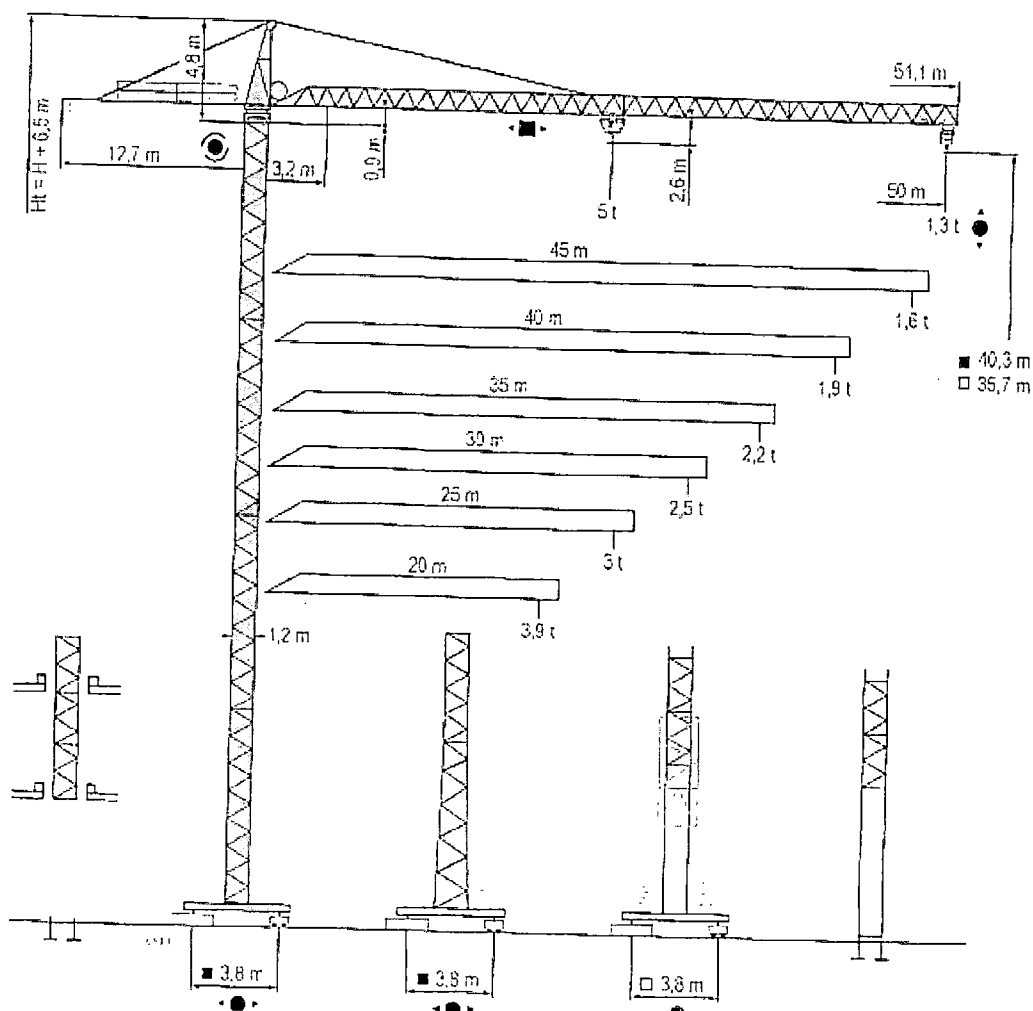
ANEXOS

ANEXO N°1

Especificaciones técnicas de la grúa torre POTAIN MC 85 B

POTAIN ®

MC 85 B



Mat / Réactions \square 1,2 m

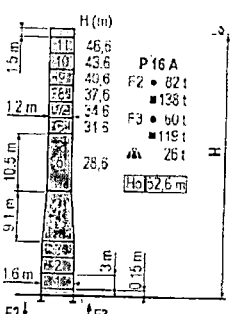
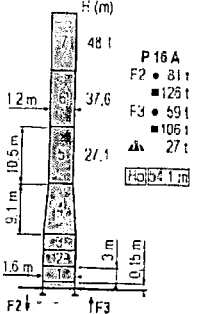
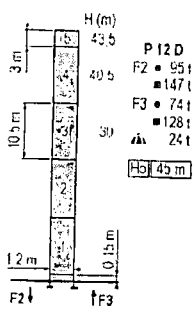
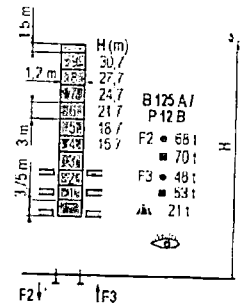
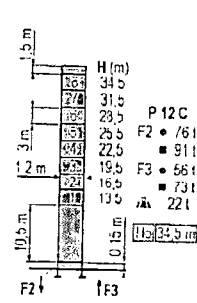
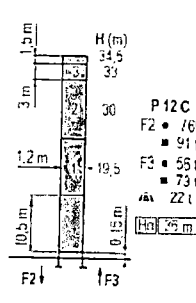
Maste / Eckdrücke \times

Masts / Reactions 20 m = 50 m

Mástil / Reacciones

Torre / Reazioni

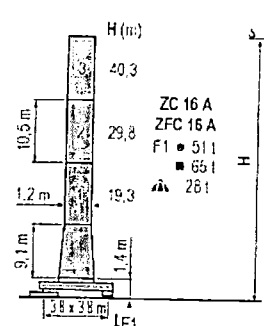
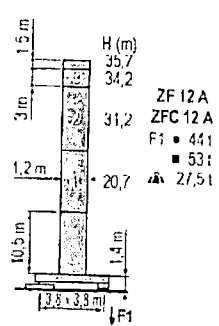
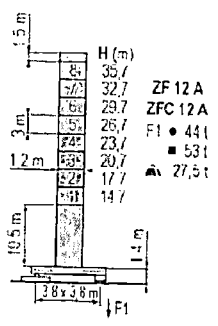
Tramo / Reações



\square 1,2 m

\times

20 m = 50 m



Courbes de charges

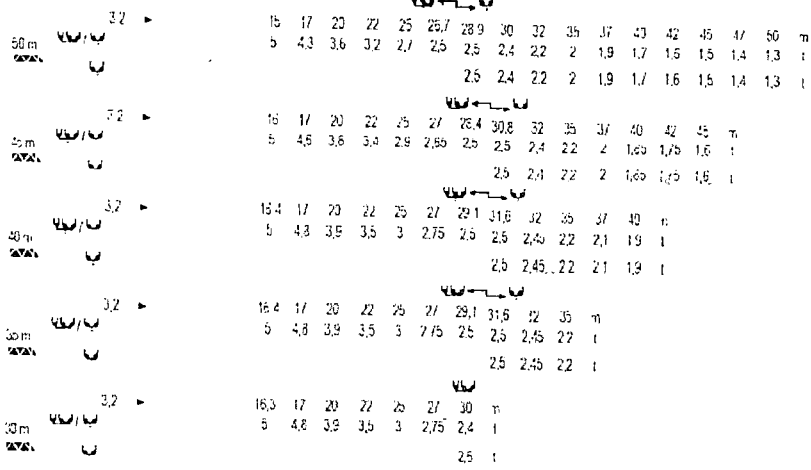
Lastkurven

Load diagrams

Curvas de cargas

Curve di carico

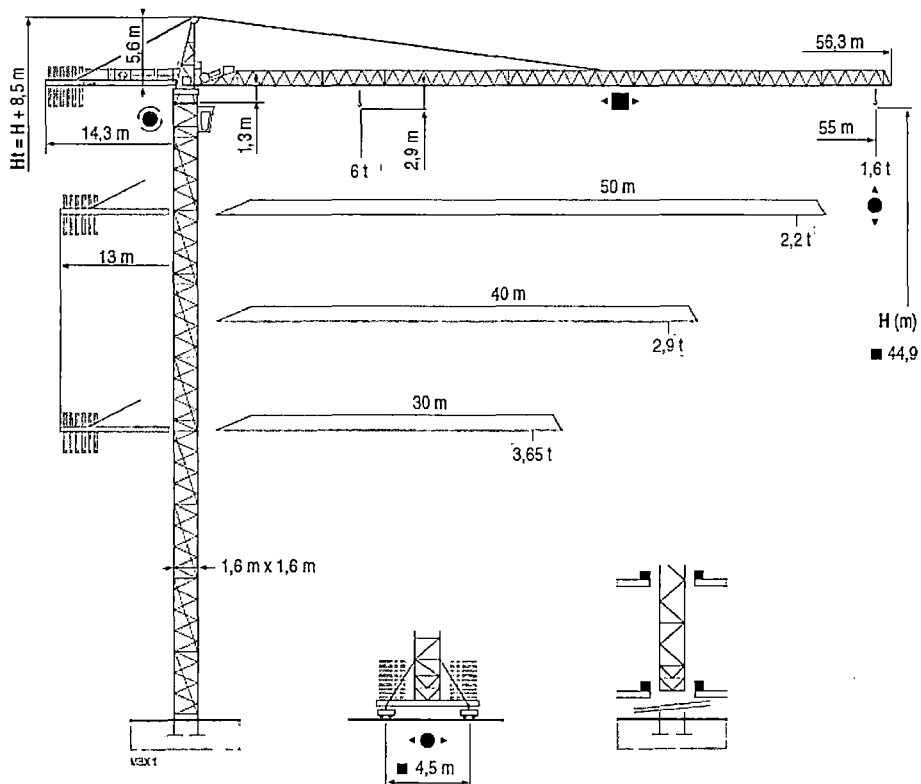
Curva de cargas





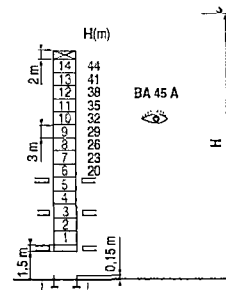
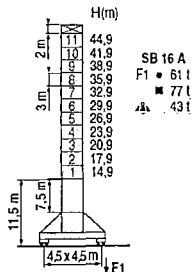
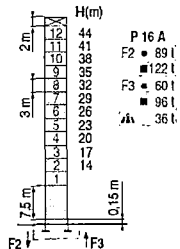
ANEXO N°2

Especificaciones técnicas de la grúa torre POTAIN MC 115 B

POTAIN 
MC 115 B 

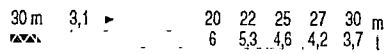
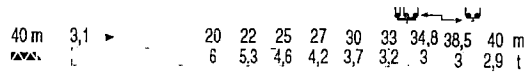
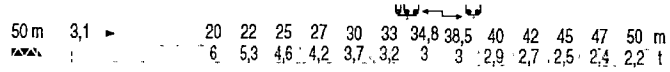
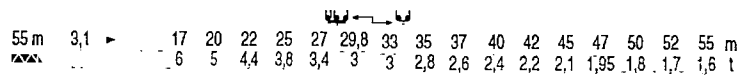


Masts / Reactions
 1.6 m
 30 m = 55 m
1631



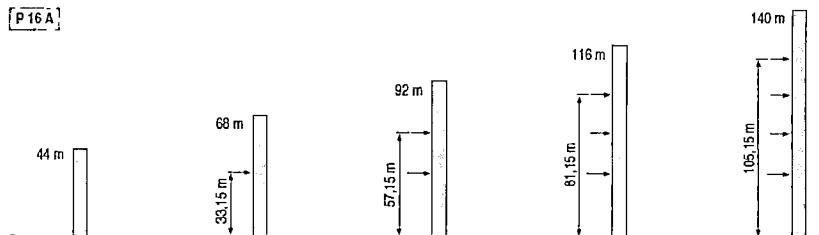
Load diagrams

MEX 1



Anchorage

MEX 1



Mechanisms

MEX 1

								hp	kW		
	33 PC 15	m/min	6,2	38	76	3,1	19	38	33	24	320 m
		t	3	3	1,5	6	6	3			
	4 D3 V3	m/min	15 - 30 - 58						4	3	
	RCV 145	rpm	0 → 0,8						2 x 6	2 x 4,4	
	SB 16 A RT 324 R ≥ 10 m	m/min	12,5 → 25						2 x 7	2 x 5,2	
CEI 38	IEC 38										
400 V (+6% -10%) 50 Hz		33 PC: 50 KVA			2000/14						

ANEXO N°3

Accesorios Boscaro

CST
CASSONE METALLICO PER LA MOVIMENTAZIONE DI
LATERIZI DA UTILIZZARE IN ABBINAMENTO ALLA FORCA



CST
BIN FOR HANDLING BRICKS USING WITH CRANE FORK



Il cassone metallico per la movimentazione di laterizi è rispondente appieno a quanto previsto dalla normativa vigente. Costruito all'insegna della sicurezza, consente di sollevare pacchi senza pericolo di caduta di materiale in quanto il tutto è racchiuso in una gabbia di profilati metallici rivestita su tutto il perimetro da una rete metallica a maglia fina. Grazie ad una porta laterale, apribile a metà, si può introdurre o estrarre il materiale, rendendo il cassone un pratico e comodo contenitore per il recupero. Rende più semplici anche i lavori di restauro. Per il sollevamento di materiale sfuso oltre 1,8 mt. d'altezza dal suolo, la forca va usata in abbinamento al cassone metallico di nostra produzione. (Se più restrittiva, fare riferimento alla normativa dello stato nel quale le forche sono utilizzate). Disponibile per tutti i modelli di forche presenti nel mercato.

- Previsto dalla normativa europea UNI EN 13155
- Provide by UNI EN 13155 European law

**BREVETTATO
PATENTED
N. 0024596**

• CST

COD. ART. MODEL	PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	DIMENSIONI - DIMENSIONS (mm)									PESO (kg) WEIGHT (kg)
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
CST	*	1260	1200	1200	1140	120	515	745	1340	1400	135

* La forca utilizzata per il sollevamento deve essere adeguata al peso del pacco di laterizi sommato a quello del cassone metallico (Per es. peso pacco kg. 1100 + cesta kg. 100 = Forca portata kg. 1500 modello MB, M3A - 15)
* The fork used for lifting must be suited to the weight of the brick pack plus that of the bin (example: pack weight 1100 kg + bin weight 100 kg = fork capacity of 1500 kg. Model MB, M3A - 15)

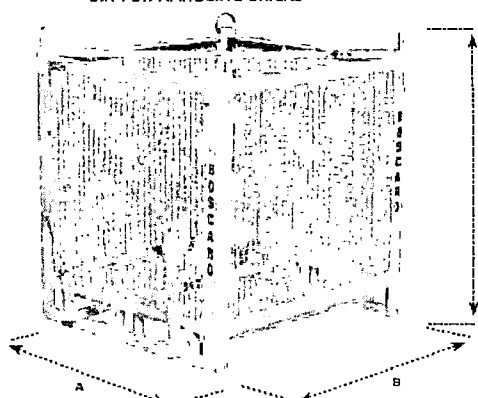
BSC
CASSONE METALLICO PER LA MOVIMENTAZIONE DI
LATERIZI

- Cassone per la movimentazione di pallets in sicurezza
- Il sollevamento avviene con l'utilizzo di una catena a 4 bracci
- Designed to convey pallets of bricks safety to a work location via overhead crane

• BSC

COD. ART. MODEL	PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	DIMENSIONI (mm) DIMENSIONS (mm)			PESO (kg) WEIGHT (kg)
		A	B	C	
BSC	2000	1320	1420	1500	150

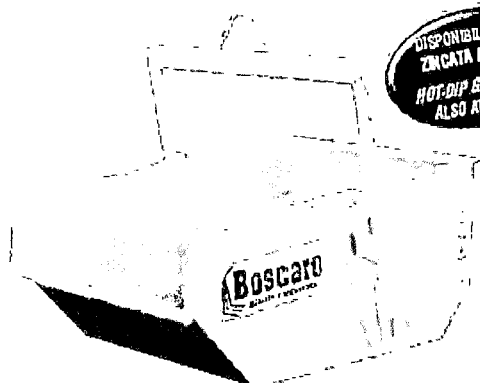
BSC
BIN FOR HANDLING BRICKS



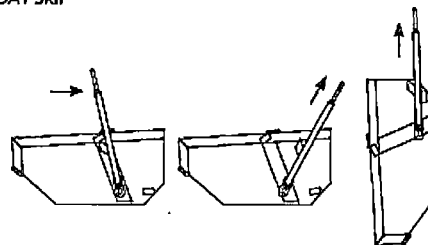
A-D

BENNA AUTOSCARICANTE

BOAT SKIP



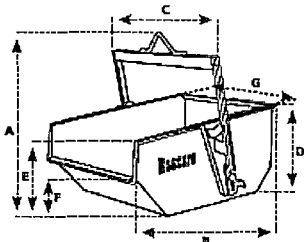
DISPONIBILE ANCHE
ZINCATO A CALDO
HOT-DIP GALVANIZED
ALSO AVAILABLE



- Benna di alta qualità a scarico automatico, senza necessità di un operatore in zona di scarico

- High quality boat skip permits automatic unloading without manual intervention by the operator with a special, modern system of release

• A-D

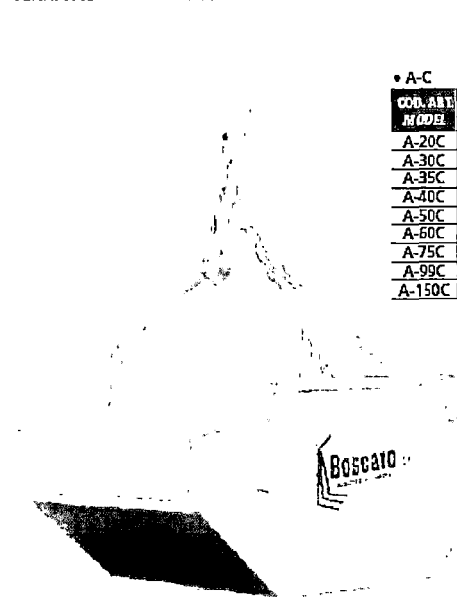


COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (lt) CAPACITY (L)	DIMENSIONI - DIMENSIONS (mm)							PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	PESO (kg) WEIGHT (kg)
		A	B	C	D	E	F	G		
A-20D	200	900	1000	850	470	360	220	780	320	70
A-30D	300	950	1200	950	540	450	260	780	480	80
A-35D	350	950	1200	1100	540	450	260	880	560	85
A-40D	400	950	1200	1150	540	450	260	980	640	90
A-50D	500	1050	1300	1050	600	490	270	980	800	100
A-60D	600	1050	1300	1150	600	490	270	1080	960	110
A-80D	800	1200	1500	1170	740	620	340	1080	1280	150
A-99D	1000	1450	1700	1370	850	650	380	1280	1600	230
A-150D	1500	1250	1700	1420	850	850	600	1330	2400	300
A-200D	2000	1600	2000	1740	950	820	380	1500	3200	550
A-300D	3000	1700	2250	2000	960	860	430	1750	4800	700

A-C

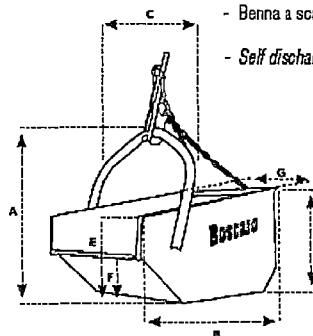
BENNA AUTOSCARICANTE

BOAT SKIP



• A-C

COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (lt) CAPACITY (L)	DIMENSIONI - DIMENSIONS (mm)							PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	PESO (kg) WEIGHT (kg)
		A	B	C	D	E	F	G		
A-20C	200	800	1000	850	470	360	220	780	320	45
A-30C	300	840	1200	950	540	450	260	780	480	65
A-35C	350	840	1200	1100	540	450	260	880	560	70
A-40C	400	840	1200	1150	540	450	260	980	640	80
A-50C	500	980	1300	1050	600	490	270	980	800	100
A-60C	600	980	1300	1150	600	490	270	1080	960	110
A-75C	750	1100	1500	1170	740	620	340	1080	1200	130
A-99C	1000	1380	1700	1370	850	650	380	1280	1600	170
A-150C	1500	1520	1700	1420	850	850	600	1330	2400	210



- Benna a scarico automatico con catena

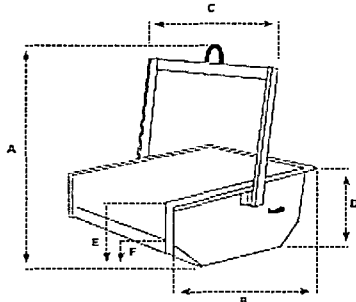
- Self discharge boat skip with chain

BENNA AUTOSCARICANTE

A-M

BOAT SKIP

- Benna a scarico automatico senza necessità di un operatore
- *Self discharge boat skip using without an assistant*



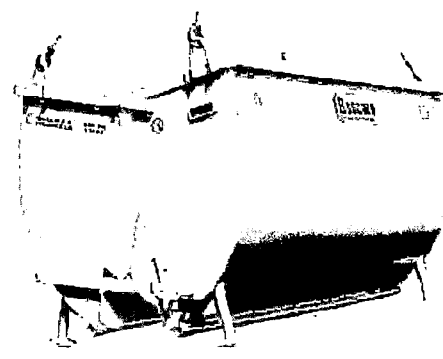
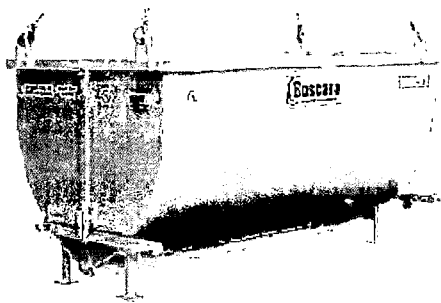
• A-M

COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (L) CAPACITY (L)	DIMENSIONI - DIMENSIONS (mm)						PORTATA (Kg) CAPACITY (Kg)	PESO (Kg) WEIGHT (Kg)
		A	B	C	D	E	F		
A-35M	350	1335	1250	925	500	400	250	560	90
A-50M	500	1570	1450	1100	625	505	265	800	120
A-80M	800	1700	1550	1200	775	635	315	1280	230
A-99M	1000	1890	1750	1300	875	705	365	1600	300
A-150M	1500	1920	1850	1510	875	705	415	2400	350
A-200M	2000	2070	2000	1600	1025	905	505	3200	430

BENNA PER DETRITI

A-S

CLAMSHELL BUCKET



- Benna per detriti e inerti con apertura sul fondo
- Sollevamento con catena a 4 pendenti e apertura a leva

- *A general purpose waste handling skip designed for use with crane.*
- *Discharges directly from the base by lever*

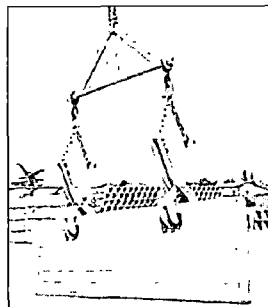
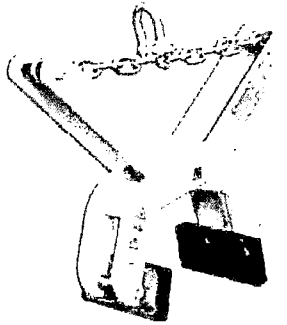
• A-S

COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (L) CAPACITY (L)	DIMENSIONI (mm) DIMENSIONS (mm)	PESO (Kg) WEIGHT (Kg)
A-505	500	1000X1000X1000h	150
A-805	800	1100X1100X1200h	180
A-995	1000	1300X1100X1200h	200
A-1505	1500	1800X1200X1200h	270
A-2005	2000	2200X1200X1200h	410
A-3005	3000	2200X1400X1300h	700

PINZE PER POZZETTI

PZV

GRIPPERS FOR TANKS



- Pinza per la movimentazione di pozzetti e recinzioni, pratica da usare consente un notevole risparmio di tempo.

- *For handling tanks and other preformed section. Is easy to use and save your time.*

• PZV

COD. ART. MODEL	PORTATA (Kg) CAPACITY (Kg)	REGOLAZIONE (mm) ADJUSTMENT (mm)	PESO (Kg) WEIGHT (Kg)
PZV	150	20-140	8
PZV-M	500	20-140	9,5

BENNA A SCARICO CENTRALE CON TUBO IN GOMMA

CT

CONCRETE COLUMN SKIP

- Benna con tubo di gomma apertura a leva
- Concrete skip with rubber hose and levered discharge

• CT

COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (L) CAPACITY (L)	ALTEZZA (mm) HEIGHT (mm)	Ø TUBO (mm) Ø PIPE (mm)	PORTATA (Kg) CAPACITY (Kg)	PESO (Kg) WEIGHT (Kg)
CT-50	500	1480	200	1100	120
CT-80	800	1550	200	1760	175
CT-99	1000	1750	200	2200	215
CT-150	1500	2200	200	3300	295



BENNA CON PIATTAFORMA PER OPERATORE

BCE-P

COLUMN SKIP WITH RIDING PLATFORM



- Benna molto robusta con piattaforma per operatore ideale per grandi cantieri e per lavori con esigenze particolari
- Column skip with riding platform complete with safety rails Pull rope for opening discharge or gear operated gate

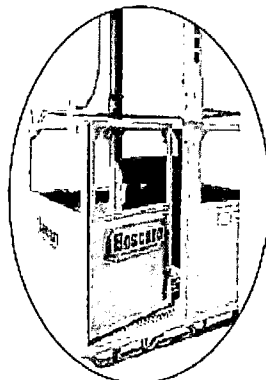
• BCE-P

COD. ART. MODEL	CAPACITÀ (L) CAPACITY (L)	PESO (Kg) WEIGHT (Kg)
BCE-80P	800	570
BCE-99P	1000	650
BCE-125P	1250	675
BCE-150P	1500	700
BCE-200P	2000	810

PIATTAFORMA DI LAVORO PER DUE PERSONE

CPP-G2C

MAN BASKET FOR 2 PERSONS



- Cestello di sollevamento per 2 persone conforme alle normative UNI EN
- Sollevamento con catena a 4 bracci, porta laterale per facilitare l'accesso, vano porta attrezzi interno e corrimano di sicurezza.
- Man basket for 2 persons and their tools
- Equipped with tool tray, four lifting chains, entrance door on side and handrail

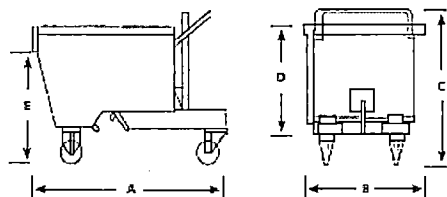
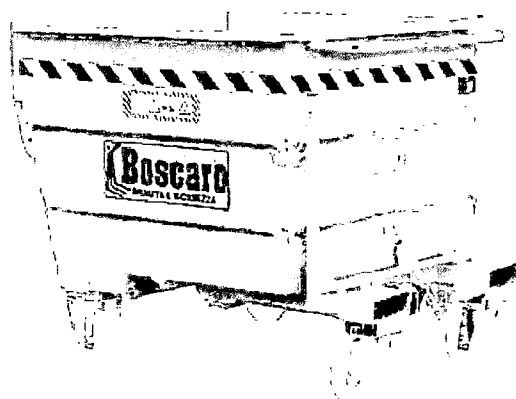
• CPP-G2C

COD. ART. MODEL	DIMENSIONI (mm) DIMENSIONS (mm)	PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	PESO (kg) WEIGHT (kg)
CPP-G2C	1500 x 1000 x 2200 h	500	350

BENNA RIBALTABILE CON RUOTE

BB

FORKLIFT TIPPING SKIP



• BB

COD. ART. MODEL	PORTATA CAPACITY (kg)	A	B	C	D	E	PESO (kg) WEIGHT (kg)
BB-50	500	1300	920	910	700	750	190
BB-90	900	1300	1070	1030	890	800	270
BB-99	1000	1500	1070	1210	890	820	290
BB-135	1350	1500	1320	1210	890	820	330
BB-160	1600	1500	1550	1210	890	820	385

CESTA PORTA FORATI

CPF

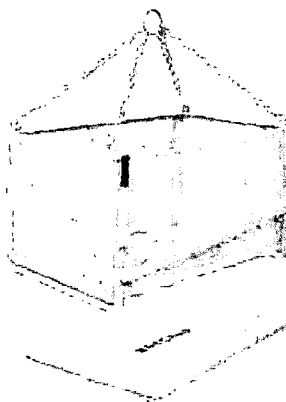
GOODS CARRYING CAGE

CESTA PORTA FORATI

GOODS CARRYING CAGE



CPF



CPF-F5



CPF-R25
CPF-R28

• CPF

COD. ART. MODEL	LUNGHEZZA (mm) LENGTH (mm)	LARGHEZZA (mm) WIDTH (mm)	ALTEZZA (mm) HEIGHT (mm)	PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	PESO (kg) WEIGHT (kg)
CPF	1140	750	600	300	50
CPF-F5	1140	750	600	300	50
CPF-R25	1140	750	850	300	70
CPF-R28	1140	750	900	300	70

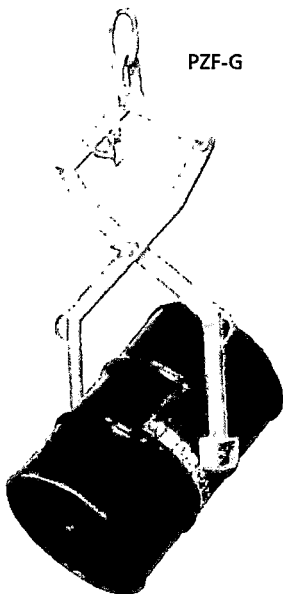
PINZE PER SOLLEVAMENTO FUSTI

PZF

GRIPPERS FOR LIFTING DRUMS

PINZE PER SOLLEVAMENTO FUSTI

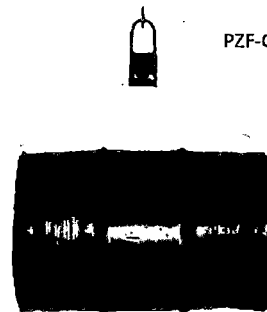
GRIPPERS FOR LIFTING DRUMS



PZF-G



PZF-E



PZF-C

• PZF

COD. ART. MODEL	PORTATA (kg) CAPACITY (kg)	PESO (kg) WEIGHT (kg)
PZF-C	600	9
PZF-E	400	9
PZF-G	400	25