UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

« Propuesta de un manual instructivo como herramienta de gestión para mejorar la productividad de la grúa torre en la etapa de estructuras en edificaciones de vivienda de 15 pisos a más en Lima Metropolitana »

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Manrique Palomino, Arturo Alejandro (0000-0003-0046-5329)

Samán Rosales, Jean Paul (0000-0001-8329-3440)

ASESOR

Meléndez Vargas, Katia Janice (0000-0003-2075-3598)

Lima, 12 de febrero de 2020

DEDICATORIA

Dedico esta investigación al primer profesor que tuve en la universidad, Ingeniero Alejandro Aranís † (1978-2014). Dios lo guarde en su gloria.

Arturo Alejandro Manrique Palomino

Dedico esta investigación a mis padres por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A mi hermano, Omar Samán, por su incondicional apoyo y los consejos que han aportado a mi formación personal y profesional.

Jean Paul Samán Rosales

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la vida, mantenernos con salud y brindarnos la oportunidad de seguir desarrollándonos en todos los aspectos de nuestras vidas.

Agradecemos a nuestros padres por el cariño, la educación y los buenos valores que nos inculcaron.

Agradecemos a nuestros familiares y amigos por el apoyo brindado a lo largo de todo este tiempo de estudios.

Agradecemos a nuestros profesores por guiarnos y ser nuestro ejemplo a seguir, por sus enseñanzas y experiencias que nos permitieron crecer en esta apasionante carrera de Ingeniería Civil.

Agradecemos a los Ingenieros que nos apoyaron y orientaron durante nuestra investigación. Un agradecimiento en especial al Ing. Luis Ramírez, de Grúas ETAC, y al Ing. Joel Aspajo, de Marte Grupo Inmobiliario.

Agradecemos a nuestra Asesora, Ing. Katia Meléndez, por su apoyo y dedicación en nuestra etapa de investigación.

RESUMEN

La grúa torre es un equipo electromecánico que se utiliza para el izaje de materiales en los sectores de trabajo de un proyecto de construcción. Uno de los problemas principales en la construcción de viviendas en edificios de 15 pisos a más en la etapa de estructuras es el déficit de la productividad del izaje de materiales con grúa torre, debido a que existen muchos tiempos no contributorios: tiempos muertos y esperas.

La presente investigación tiene como enfoque proponer un manual instructivo mediante el uso de herramientas de gestión, tales como Pareto, Ishikawa, diagrama de flujo; con el objetivo de aumentar la productividad en el proceso de izaje reduciendo los tiempos no contributorios. Para tales fines, se registraron datos de la productividad de los involucrados en diversos proyectos de características similares y se utilizaron las herramientas de gestión para seleccionar los problemas principales identificados, posteriormente analizar cada uno de estos y finalmente plantear un rediseño del proceso en general.

Los resultados determinaron que se pueden reducir los tiempos no contributorios si se tiene un proceso ordenado y continuo. Además, se hace mención a una serie de consideraciones para poder cumplir con la mejora del proceso.

Palabras clave: grúa torre, rigger, izaje, productividad, edificaciones, gestión, construcción.

ABSTRACT

« Proposal of an instructional manual as a management tool to improve the productivity of the tower crane in the stage of structures in dwelling buildings from 15 floors to more in Lima Metropolitana »

The tower crane is an electromechanical equipment used to hoist the material in the work sectors of a construction project. One of the main problems of the dwelling constructions in buildings from 15 floors to more in the stage of structures is the deficit of productivity in the process of hoist of material with the tower crane because there are many non - contributor times: dead times and delay.

The present investigation has as focus optimize the use of tower crane, through some tools of management: Pareto, Ishikawa, flowchart, with the aim of reducing the non - contributor times. For those purposes, we obtained data from the productivity of the people involved in different projects with similar characteristics. Then, the management tools were used to select the main problems, to analyze each of these and finally propose a general process redesign.

The results determined that non - contributor times could be reduce if you have an organized and continuous process. Furthermore, mention is made to a serie of considerations to be able to comply with the improvement of the process.

Keywords: tower crane, rigger, lifting, productivity, buildings, construction, management.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
TABLA DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	1
REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
HIPÓTESIS	8
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.....	8
MARCO TEÓRICO.....	11
1.1 GENERALIDADES DE LA GRÚA TORRE	11
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA GRÚA TORRE.....	11
1.2.1 Tipología.....	11
1.2.2 Movimientos.....	13
1.2.3 Capacidad de carga.....	14
1.3 HERRAMIENTAS DE GESTIÓN	14
1.3.1 Carta balance	15
1.3.2 Diagrama de Pareto	15
1.3.3 Diagrama de Ishikawa	16
1.3.4 Diagrama de flujo	16
1.3.5 Manual instructivo.....	17
1.4 ETAPAS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN	17
1.4.1 Etapa de movimiento de tierras	17
1.4.2 Etapa de estructuras o casco	17
1.4.3 Etapa de acabados.....	18

1.5	PRODUCTIVIDAD EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN	18
1.6	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	18
1.6.1	Sistema convencional	19
1.6.2	Sistema de prefabricados	21
1.6.3	Diferencia de sistemas en losas	22
METODOLOGÍA.....		23
2.1	NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	23
2.3	PROCEDIMIENTO.....	23
PRODUCTIVIDAD DE GRÚA TORRE EN PROYECTOS.....		24
3.1	PROCESO GENERAL DE IZAJE CON GRÚA TORRE	24
3.2	FORMATO DE CARTA BALANCE	24
3.3	ESTUDIO DEL PROYECTO “RESIDENCIAL HUIRACocha”	26
3.3.1	Descripción del proyecto	26
3.3.2	Medición de la productividad	27
3.3.3	Resultados de la medición	28
3.4	ESTUDIO DEL PROYECTO “NOSSA”	30
3.4.1	Descripción del proyecto	30
3.4.2	Medición de la productividad	31
3.4.3	Resultados de la medición	32
3.5	ESTUDIO DEL PROYECTO “ENJOY”	34
3.5.1	Descripción del proyecto	34
3.5.2	Medición de la productividad	35
3.5.3	Resultados de la medición	36
3.6	RESULTADOS DE LA MEDICIÓN GLOBAL DE LA PRODUCTIVIDAD	38
ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD.....		40
4.1	SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS	40
4.2	ANÁLISIS DE LOS PROBLEMAS.....	41
4.3	PROCESO DE IZAJE DE MATERIAL CON GRÚA TORRE INICIAL	48
MANUAL INSTRUCTIVO DEL PROCESO DE IZAJE DE MATERIAL		49
5.1	OBJETIVO	49

5.2	ALCANCE.....	49
5.3	DEFINICIONES.....	49
5.4	REFERENCIAS	51
5.5	SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES	51
5.6	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	52
5.6.1	Movimiento	52
5.6.2	Amarre.....	52
5.6.3	Transporte.....	52
5.6.4	Desamarre.....	53
5.6.5	Liberación de izaje del material.....	53
5.7	SEGURIDAD	53
5.8	RESPONSABILIDADES.....	53
5.9	MÉTODOS DE CONTROL	54
5.10	CONSIDERACIONES	54
5.11	ANEXOS DEL MANUAL INSTRUCTIVO	56
5.11.1	Proceso de izaje de material con grúa torre propuesto	56
5.11.2	Protocolo de inspección.....	57
	VALIDACIÓN DEL MANUAL INSTRUCTIVO	58
6.1	FORMATO DE ENCUESTA	58
6.2	RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	59
	CONCLUSIONES	60
	RECOMENDACIONES	61
	LIMITACIONES.....	62
	REFERENCIAS	63
	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Influencia en costo por el TNC mensual	6
Tabla 2: Comparativo entre tipos de sistemas constructivos.....	22
Tabla 3: Formato de carta balance.....	25
Tabla 4: Cálculos y porcentajes de las actividades.....	40
Tabla 5: Responsabilidades de cada involucrado en el proceso de izaje.....	54
Tabla 6: Puntos de control y criterios de aceptación	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resultados de la encuesta (pregunta 1)	4
Figura 2: Resultados de la encuesta (pregunta 2)	4
Figura 3: Tipo de grúa torre.....	5
Figura 4: Proveedores de grúa torre en los proyectos encuestados	5
Figura 5: Trabajos de la grúa torre 1	7
Figura 6: Trabajos de la grúa torre 2	7
Figura 7: Grúa torre city con base apoyada.....	12
Figura 8: Grúa torre telescopable	12
Figura 9: Arriostres que unen la torre con la estructura	13
Figura 10: Movimientos de la grúa torre	13
Figura 11: Hoja de datos de la capacidad de carga de la grúa torre 63 LC	14
Figura 12: Formato de carta balance del proceso de tarrajeo	15
Figura 13: Diagrama de Pareto.....	15
Figura 14: Diagrama de Ishikawa.....	16
Figura 15: Diagrama de flujo	17
Figura 16: Colocación de encofrado para losa aligerada.....	19
Figura 17: Armadura de losa maciza	20
Figura 18: Traslado de ladrillos con grúa torre	20
Figura 19: Detalle típico del sistema convencional de losa aligerada.....	21
Figura 20: Traslado de viguetas prefabricadas con grúa torre.....	21
Figura 21: Detalle de losa aligerada con elementos prefabricados	22
Figura 22: Proceso general de izaje de material con grúa torre.....	24
Figura 23: Grúa torre del proyecto "Residencial Huiracocha"	26
Figura 24: Operador de la grúa torre	27
Figura 25: Rigger 1 coordinando traslado de ladrillos	28
Figura 26: Grúa torre trasladando ladrillos.....	28
Figura 27: Trabajos realizados por los riggers	29
Figura 28: Trabajos realizados por la grúa torre.....	29
Figura 29: Grúa torre del proyecto "Nossa"	30
Figura 30: Grúa torre transportando el encofrado modulado	31
Figura 31: Retiro de restos de concreto del encofrado modulado	32
Figura 32: Trabajos realizados por los riggers	32

Figura 33: Trabajos realizados por la grúa torre.....	33
Figura 34: Grúa torre del proyecto "Enjoy"	34
Figura 35: Operador de la grúa torre en cabina	35
Figura 36: Grúa torre trasladando armadura de la columna	36
Figura 37: Traslape de columna	36
Figura 38: Trabajos realizados por los riggers	37
Figura 39: Trabajos realizados por la grúa torre.....	37
Figura 40: Resultado global rigger 1	38
Figura 41: Resultado global rigger 2	38
Figura 42: Resultado global grúa torre	39
Figura 43: Diagrama de Pareto de los proyectos estudiados	41
Figura 44: Esperas del rigger 1	44
Figura 45: Esperas del rigger 2.....	45
Figura 46: Esperas de la grúa torre	47
Figura 47: Proceso de izaje de material con grúa torre inicial	48
Figura 48: Accesorios de izaje	50
Figura 49: Cuadrilla de grúa torre	51
Figura 50: Secuencia de actividades.....	51
Figura 51: Proceso de izaje de material con grúa torre propuesto.....	56
Figura 52: Protocolo de inspección del proceso de izaje de material con grúa torre	57
Figura 53: Formato de encuesta	58
Figura 54: Resultados de las preguntas cerradas de la encuesta.....	59
Figura 55: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta	59

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En el Perú, la información histórica indica que la construcción del Centro Cívico, en la ciudad de Lima, utilizó la primera grúa torre en 1968. El proyecto está ubicado entre las avenidas Garcilaso de la Vega, Bolivia y Paseo de la República en el Cercado de Lima, y la ejecución estuvo a cargo de la empresa aún vigente Graña y Montero.

Actualmente, los proyectos que demandan el uso de una grúa torre son las edificaciones mayores de siete pisos y los proyectos que cuentan con un área mínima de terreno de 1000 m². Existe esta tendencia debido a la demanda del mercado, donde se debe tener en cuenta las restricciones del proyecto como el plazo y el costo. Por ende, se requiere del uso de la grúa torre para ejecutar los procesos con eficiencia, con la finalidad de cumplir con las restricciones mencionadas.

Las grúas torre definen el ritmo de trabajo y son los medios más universales empleados para el manejo de cargas y materiales. Es importante que la grúa torre sea lo más productiva posible debido a que gran parte de los procesos de los proyectos giran alrededor de esta maquinaria. El concepto de productividad y todo lo que abarca será definido en el capítulo de marco teórico, en el ítem 1.5.

El autor S. Sudie, en su estudio “Análisis inicial, planificación y cálculo de entrega vertical en edificios de gran altura” (2017), obtiene diferentes ratios para medir la productividad de las grúas torre. Los indicadores obtenidos son: espacio de la grúa por trabajo en obra, vaciado de concreto con grúa y tiempo de elevación de los materiales trasladados. Los ratios de productividad de la grúa torre ayudará a solucionar problemas futuros, tener las duraciones que demandaría realizar las diferentes actividades y conseguir una buena planificación para diferentes proyecto. Además, plantea la cantidad requerida de grúas por proyecto y el posicionamiento de los mismos que dependen de la demanda y oferta de los puntos en donde se va a requerir material. Finalmente, el autor hace referencia a que parte del aprovechamiento de la grúa es tener un layout de obra en donde se coloque todas las obras provisionales y la ubicación de la grúa para entender la composición y el abastecimiento de materiales.

Por otro lado, los autores A. Shapira, A. Elbaz, en su estudio “Tiempos de ciclo de grúa torre: estudio de caso de control remoto versus operación de control de cabina” (2014), comparan los dos modos de operación que se utilizan en la grúa torre, ya sea que el operador se encuentra en la cabina de la grúa, ubicada en la parte superior realizando las maniobras

desde lo más alto; o que realice las maniobras desde campo con un control remoto, también llamado joystick. Los autores mencionan las ventajas y desventajas de ambos modos de operación, teniendo una primera conclusión que el uso del control remoto es más ventajoso al realizar el movimiento de materiales en proyectos de construcción donde las distancias de levantamiento son cortas o en proyectos que tengan poca altura. Por otro lado, en su proyecto de estudio realizan la medición del acarreo de encofrado de placas, concluyendo que utilizar el modo de operación en cabina fue más productiva en un 10%, a diferencia del uso del operador con el joystick. Los autores afirman que si los encofrados u otra carga fueran transportados entre el piso más bajo al piso más alto la productividad mejoraría considerablemente.

Por último, los autores M. Hattab, E. Zankoul, F. Hamzeh, en su estudio “Optimización casi en tiempo real de las operaciones de grúas torre superpuestas: un modelo y un estudio de caso” (2017), indican que las grúas torre son indispensables para los proyectos de construcción debido a la necesidad del traslado de materiales, y con ello aumentar la productividad de diferentes actividades, así mismo, reducir los tiempos de ejecución. Los autores se enfocan en optimizar estos equipos mayores para reducir el tiempo y el costo de alquiler. Para tales fines, realizan un look ahead a la grúa torre para controlar todas las actividades que se realizarán durante cuatro semanas. Por último, los autores calculan las duraciones de cada actividad y crean un modelo para el proceso de optimización mediante modelos BIM.

Realidad problemática

La falta de productividad en el uso de la grúa torre es un problema que viene tomando valor en los diferentes proyectos de edificaciones con 15 pisos a más en Lima Metropolitana, que se caracterizan por contar con una grúa torre que cubre gran área de todo el proyecto. Frente a esto, se han considerado varias referencias que justifican la problemática.

Para la presente investigación utilizaremos los términos: trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). Para la grúa torre, el TP corresponde al transporte de material; el TC corresponde a los movimientos de la grúa sin material; y el TNC corresponde a las esperas, interferencias y cargas suspendidas. Además, se define el término “rigger” como la persona ubicada en campo que se encarga de amarrar y desamarrar los materiales que son transportados, por lo general son dos riggers por grúa.

Para comprender la realidad problemática de la grúa torre, en diferentes proyectos de construcción en Lima Metropolitana, se realizó una encuesta que contiene preguntas cerradas (sí o no) y abiertas (justificadas), como se presenta en el **Anexo 1**.

La encuesta se realizó a los ingenieros responsables de cada proyecto, en días aleatorios durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2018. La cantidad de proyectos encuestados fueron veinte y se seleccionaron por presentar características similares, tales como:

- Proyectos que cuentan con una grúa torre.
- Edificaciones de vivienda.
- 15 pisos a más.
- Ubicados en Lima Metropolitana.

Las encuestas brindaron información relevante, como que la grúa torre utilizada para este tipo de proyectos tiene un costo promedio mensual de S/. 16,000.00 por estar puesto en obra, no incluye el montaje, desmontaje, mantenimiento, grupo electrógeno. Además, la grúa torre utiliza en promedio cargas máximas de 2.5 toneladas (cerca de la torre de la grúa) y mínimas de 0.8 toneladas (en punta). Así mismo, los ingenieros mencionaron diferentes problemas recurrentes al momento de trabajar con la grúa torre, los más resaltantes son:

- Los proveedores no llegan a tiempo.
- Los riggers son pocos eficientes.
- Se presentan fallas mecánicas en la grúa torre.
- Falta de punto de acopio para almacenaje de materiales.

Las respuestas más resaltantes de la encuesta se presentan como datos porcentuales. La primera pregunta fue: ¿Se realizan mediciones de productividad a la grúa torre en este proyecto? como se muestra en la **Figura 1**. De los veinte proyectos encuestados, el 75% no ha realizado una medición de productividad de la grúa torre a través de una carta balance; sin embargo, la mayoría de ingenieros mencionaron que anteriormente sí se habían realizado mediciones, en otros proyectos.

Figura 1: Resultados de la encuesta (pregunta 1)

Fuente: Elaboración propia

La segunda pregunta fue: ¿Considera que la grúa torre es eficiente? ¿Se puede mejorar? como se muestra en la **Figura 2**. El 80% respondió que si consideraba que la grúa torre era eficiente, pero acotaron que se puede mejorar desde un 10% hasta un 30%.

Figura 2: Resultados de la encuesta (pregunta 2)

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, de los veinte proyectos encuestados el 78% utiliza la grúa torre telescópica, el 17% la grúa torre city y el 5% la grúa torre de tipo trepadora, como se muestra en la **Figura 3**. Las definiciones de los tipos de grúa torre telescópica y city se presentan en el capítulo de Marco Teórico; sin embargo, la definición de la grúa torre trepadora no se presenta porque no es común encontrarlo en proyectos de edificaciones.

Figura 3: Tipo de grúa torre

Fuente: Elaboración propia

Por último, en las encuesta realizadas se identificó que el proveedor que más grúas torre ha montado en este tipo de proyectos es ETAC, con las grúas torre de marca Potain. Luego está Agrumaq, con las grúas torre de marca Liebherr; Ibergrúas, con las grúas torre de marca Potain; y Galigrú; con las grúas torre de marca IT Cranes; entre otras. El resumen de los proveedores de las grúas entrevistadas se presenta en la **Figura 4**.

Figura 4: Proveedores de grúa torre en los proyectos encuestados

Fuente: Elaboración propia

Charpentier (2010) indica que es importante estudiar la eficiencia del uso de grúas torre, así como su incidencia y beneficio, porque ayuda a cumplir con los plazos establecidos del proyecto. Además, se debe medir el aporte real de utilizar la grúa torre en la construcción

debido a que se pueden reducir horas hombres y tiempos de ejecución si se aumenta la productividad de estos equipos.

La falta de productividad de la grúa torre se ve reflejado en los costos incurridos por los TNC debido a que se gasta un porcentaje considerable del presupuesto del proyecto en estos equipos; tal como lo expresan Gómez y Zumarán (2014), y se ve reflejado en los resultados obtenidos en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Influencia en costo por el TNC mensual

Obra	Costo promedio mensual por grúa	%TNC	Costo por TNC	Causas del TNC
Parques de San Martín	S/. 45,000	30%	S/. 13,275	<ul style="list-style-type: none"> • Espera de mixer • Tiempo antes de arranque de actividades
Real 8 (Grúa 1)	S/. 45,000	27%	S/. 12,015	<ul style="list-style-type: none"> • Espera de mixer • Falta de asignación de tareas
Real 8 (Grúa 2)	S/. 45,000	26%	S/. 11,700	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de asignación de tareas • Espera de mixer
Edificio Corporativo GyM	S/. 45,000	22%	S/. 9,900	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo antes de arranque de actividades • Mantenimiento no programado • Falta de asignación de tarea
Parque Central	S/. 45,000	14%	S/. 6,300	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de espacio para descarga • Cambio de mixer • Falta de asignación de tarea

Fuente: Gómez y Zumarán (2014)

El porcentaje de TNC se determinó utilizando la herramienta de carta balance. Luego se identificaron los problemas más frecuentes por medio de la estadística, utilizando la estadística de Pareto. El monto promedio de S/. 45,000 considera solo tener puesto en obra a la grúa torre.

Además, respecto a la tabla mostrada Gómez y Zumarán (2014) señalan que:

“La diferencia de los costos debido al TNC llega a ser más del doble en comparación de una obra y otra, por lo cual se buscará plantear métodos con los cuales se mejoren los flujos y mejoras en los procesos que se realizan con el fin de poder reducir los TNC en cada obra. Basando el estudio en los flujos y procesos de obra se buscará eliminar los tiempos no contributivos.” (p. 68).

Por otro lado, Mercado (2011) presenta en la **Figura 5** la división en porcentaje de los datos obtenidos en campo de los trabajos que realiza la grúa torre 1 en el proyecto Universidad del Pacífico.

Figura 5: Trabajos de la grúa torre 1

Fuente: Mercado (2011)

En la **Figura 6** se presenta la división en porcentaje de la grúa torre 2. Cabe resaltar que no varía mucho respecto a los datos de la grúa 1.

Figura 6: Trabajos de la grúa torre 2

Fuente: Mercado (2011)

Los resultados de las mediciones indican que la suma de los TNC y TC, que supera el 80% para ambas grúas torre, representan un porcentaje mucho mayor al TP. Este es un índice poco favorable considerando que las empresas constructoras pagan por la productividad de la grúa, entiéndase, por los TP; mientras que los TC y los TNC no se reembolsan.

Se tomó como referencia algunos puntos considerados por la ingeniera Milagros Soriano, Ingeniera Civil del área de propuestas de la empresa De Vicente Constructora (DVC), que en base a su experiencia identificó algunas causales del problema. La ingeniera señaló que “para la ubicación de grúas torre, en diversos proyectos, no se toma en cuenta los puntos ciegos donde no llega la pluma de la grúa torre. Ante esta situación, la grúa torre descarga

material lo más cerca posible a la zona de abastecimiento pero no en el punto requerido. Luego los materiales son trasladados de forma horizontal por maquinarias menores o mano de obra, volviendo improductivo el uso de la grúa.” (Soriano, 2018)

Formulación del problema

¿La productividad de la grúa torre mejorará con la elaboración de un manual instructivo que utiliza herramientas de gestión en proyectos de edificaciones de vivienda de más de 15 pisos en la ciudad de Lima Metropolitana?

Hipótesis

La elaboración de un manual instructivo como herramienta de gestión mejorará la productividad de la grúa torre aumentando los tiempos productivos en la etapa de estructuras, en proyectos de edificaciones de vivienda de más de 15 pisos en la ciudad de Lima Metropolitana.

Objetivo general

Aumentar los tiempos productivos de la grúa torre en la etapa de estructuras a través de la elaboración de un manual instructivo como herramienta de gestión en edificaciones de vivienda de 15 pisos a más.

Objetivos específicos

1. Elaborar una carta balance para la toma de datos de la grúa torre y de los riggers.
2. Identificar los TP, TC y TNC de la grúa torre y de los riggers en tres proyectos de características similares.
3. Seleccionar los problemas principales de los TC y TNC de la grúa y de los riggers.
4. Analizar las causas de los problemas principales.
5. Rediseñar el proceso y plasmarlo en un manual instructivo.
6. Validar el manual instructivo a través de una encuesta dirigida a ingenieros y proveedores de grúa torre.

Descripción del contenido

- Marco teórico

Este capítulo abarca las generalidades y características de la grúa torre, las marcas más utilizadas en el mercado nacional, los movimientos de la grúa y, la capacidad de carga máxima y mínima. Así mismo, se detallan todas las herramientas de gestión requeridas para llegar a la propuesta final de la investigación. Se describen las etapas generales de la construcción, con el fin de enfocar la investigación hacia una etapa

específica de la construcción. Además, se definen los TP, TC y TNC de la productividad en proyectos de construcción. Por último, se comparan los tipos de sistemas constructivos que existen para realizar las losas aligeradas y las losas macizas; se describe cómo es el proceso constructivo de cada uno y cuál es más beneficioso.

- Metodología

Este capítulo comprende el nivel de investigación, el diseño de investigación y el procedimiento. Este último comprende todos los pasos para el desarrollo de la investigación.

- Productividad de grúa torre en proyectos

Este capítulo comprende el estudio de la productividad de los involucrados en el proceso de izaje de material con grúa torre en tres proyectos de características similares en el distrito de Jesús María, Lima, Perú. Para el estudio se realizó la toma de datos por minuto de las actividades que realizaba cada uno de los involucrados. Previo al estudio, se definió el proceso de izaje con grúa torre y se elaboró un formato de carta balance. Además, se realiza una breve descripción de cada proyecto, se muestran imágenes obtenidas en campo y se presentan los resultados obtenidos en porcentajes por proyecto y de forma global.

- Análisis de la productividad

Este capítulo comprende las herramientas de diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y diagrama de flujo. El diagrama de Pareto procesa los resultados globales obtenidos en la toma de datos e identifica los problemas que presentan mayor frecuencia. Así mismo, el diagrama de Ishikawa analiza los problemas principales, obtenidos del diagrama de Pareto, de forma independiente. Se analizan las causas, sub-causas y causa raíz de cada problema principal. Por otro lado, se presenta el diagrama de flujo inicial con las actividades realizadas respecto a lo observado en los tres proyectos de características similares.

- Manual instructivo del proceso de izaje de material

Este capítulo presenta la propuesta del manual instructivo para el proceso de izaje de material con grúa torre, así como todas las consideraciones necesarias para llevar a cabo el proceso de manera correcta. Se presentan definiciones, referencias, figuras y anexos con el fin de detallar la propuesta. Además, se acotan aspectos básicos de seguridad.

- Validación del manual instructivo

Este capítulo presenta la validación del manual instructivo por medio de una encuesta dirigida a ingenieros residentes, ingenieros de producción y proveedores de grúa torre. Además, se muestran el conteo de los resultados de cada pregunta cerrada.

- Conclusiones

Se concluyen los objetivos presentados inicialmente.

MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades de la grúa torre

La grúa torre es un equipo electromecánico que consume gran cantidad de energía a lo largo del proyecto. La función de la grúa es elevar y distribuir, por medio de un gancho suspendido, diversos materiales de construcción ya sea en los procesos de casco, que comprende el izaje de acero, encofrado, ladrillos, etc; o en los procesos de arquitectura, que comprende el izaje de barandas, baldosas, aparatos sanitarios, etc. Además, la grúa puede ser utilizada para algunos procesos de producción, como vaciado de concreto, colocación de prefabricados de concreto armado, colocación de encofrado, etc. Se define el término “izaje” como la acción de subir un material tirando de la cuerda que está colgando, en el caso de la grúa torre se refiere al gancho.

La utilización de las grúas torre en proyectos de edificación es de gran utilidad para cumplir con la eficiencia y el plazo del alcance final de la obra, al reemplazar horas hombre por horas máquina. En la ciudad de Lima se utilizan principalmente dos marcas de grúa: Liebherr y Potain, que cuentan con grúas de diferentes longitudes y capacidades de carga las cuales varían de acuerdo a la empresa que las provee y a los requerimientos del proyecto.

Cabe resaltar, en esta sección, que los accesorios de izaje que son utilizados para el amarre del material se muestran en la **Figura 48**; además, las definiciones de estos se encuentran en el ítem 5.3 del capítulo de manual instructivo.

1.2 Características de la grúa torre

1.2.1 Tipología

Los tipos de grúa torre pueden ser empotrados (con una zapata en su base) o apoyados (con base a nivel de terreno y lastres que ejercen fuerza para mantener apoyada la torre). Además, toda grúa torre inicia como grúa autoestable, es decir, con cierta altura y estabilidad.

Tomando como referencia las edificaciones en Lima, la mayoría de proyectos cuenta con dos principales tipos de grúa torre: city y telescopable.

Grúa torre city: es un tipo de grúa autoestable que alcanza su máxima altura y capacidad sin ningún tipo de anclaje a la estructura del proyecto, mantiene su estabilidad y operación segura y óptima en toda la etapa del proyecto sin necesidad de ser arriostrada, como se muestra en la **Figura 7**. (Ramírez, 2018) Las alturas límites de este tipo de grúa torre dependen del diseño que presenta cada proveedor.

Figura 7: Grúa torre city con base apoyada

Fuente: Modelmotor

Grúa torre telescópica: es un tipo de grúa que va creciendo conjuntamente con el avance de la estructura del proyecto a través de un proceso llamado telescopaje, el cual consiste en insertar tramos a la estructura de la torre para aumentar su altura, como se muestra en la **Figura 8**. (Revista Constructivo, 2016)

Figura 8: Grúa torre telescópica

Fuente: Construction Plan-hire Association (2011)

La torre de la grúa telescópica se apoya, conforme va creciendo, en los marcos de trepado (ubicados normalmente en las placas de los ascensores) por medio de arriostres que se detallan en la **Figura 9**.

Figura 9: Arriostres que unen la torre con la estructura

Fuente: Grisco

1.2.2 Movimientos

Mena (2009) explica que la grúa torre presenta tres movimientos principales, detallados en la **Figura 10**.

- Movimiento de elevación: la carga colgada del gancho desciende y asciende.
- Movimiento de traslación: es el carro que se desplaza a lo largo de la pluma de forma horizontal.
- Movimiento de giro: rotación del conjunto formado por la portaflecha, pluma y contrapluma.

Figura 10: Movimientos de la grúa torre

Fuente: Mena (2009)

1.2.3 Capacidad de carga

La capacidad de carga se define como la potencia máxima que tiene la grúa torre para izar una determinada carga. Como toda maquinaria, la grúa torre tiene una capacidad limitada por el fabricante, donde se considera que mientras más lejos de la torre se encuentre el requerimiento de carga, menor será la capacidad de carga. (Jara, 2019)

Por ejemplo, una grúa torre que cuenta con una longitud de pluma de 45 metros puede cargar hasta 1 tonelada en la punta de pluma (punto más lejano), mientras que a 24 metros puede cargar hasta 2.5 toneladas, como se detalla en la **Figura 11**.

Figura 11: Hoja de datos de la capacidad de carga de la grúa torre 63 LC

Fuente: Liebherr

Se debe tener en cuenta que la pluma se puede ensamblar con una mayor o menor cantidad de tramos según las necesidades del proyecto. En la hoja de datos los números encerrados con un círculo indican la cantidad de tramos que puede ensamblar la grúa torre.

1.3 Herramientas de gestión

Estas herramientas son utilizadas para medir la productividad, rediseñar un determinado proceso, realizar un análisis a diferentes actividades, seleccionar las causas que más afectan a un proceso. Además, las herramientas de gestión determinan si los procesos se están realizando bajo los estándares de calidad. Por ello, Aliaga (2015) indica que las herramientas de gestión son técnicas y/o gráficas que se utilizan para la identificación del problema, con el fin de poder disminuir en un porcentaje sus falencias.

1.3.1 Carta balance

Es una herramienta utilizada para la medición de procesos, describe de forma detallada la actividad y las personas involucradas. El objetivo de la carta balance se describe en el artículo Análisis de operaciones mediante cartas balances con la siguiente cita: “El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente.” (Serpell y Verbal, 1990)

FORMATO DE TOMA DE DATOS										
	Fecha	Hora	OP 1	OP 2	OP 3	OP 4	OP 5	OP 6	AY 1	AY 2
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

1. TRANSPORTES DE INSUMOS
 2. PREPARACION DE LA MEZCLA
 3. TRANSPORTE DE LA MEZCLA
 4. PREPARACION DE LA SUPERFICIE
 5. SEÑALIZAR EL TARRAJEO
 6. COLOCACION DE MEZCLA
 7. NIVELAR LA MERCLA
 8. ALISAR EL TARRAJEO
 9. INSPECCION
 10. ESPERA
 11. TRABAJO REHECHO
 12. LIMPIEZA/ RECOGO DE MEZCLA
 13. OTROS

Figura 12: Formato de carta balance del proceso de tarrajeo

Fuente: Vilca (2014)

1.3.2 Diagrama de Pareto

“Se representa la distribución de frecuencias en un histograma con las causas de las fallas del producto. La utilidad de esta herramienta es que se pueden detectar fácilmente cuáles son los factores más importantes que están originando las fallas. En otras palabras, permite separar los pocos críticos de los muchos no críticos. El 80% de los problemas se debe al 20% de las causas.” (Lledó, 2013)

Figura 13: Diagrama de Pareto

Fuente: Pablo Lledó (2013)

1.3.3 Diagrama de Ishikawa

“Identifica en forma esquemática las causas de los problemas. Se suele utilizar también durante el proceso de planificar la calidad debido a que es muy útil para estimular ideas y generar discusión para resolver problemas.” (Lledó, 2013)

Kaoru Ishikawa, quien creo esta herramienta, planteó que se agrupen en seis tipos de causas:

- Maquinarias
- Mano de obra
- Medio ambiente
- Método
- Material
- Medición

Figura 14: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Pablo Lledó (2013)

1.3.4 Diagrama de flujo

Esta herramienta de rediseño es utilizada para describir de forma gráfica las actividades que se va a realizar, así mismo muestra la actual condición de cómo se desarrolla por ello ayuda a entender las funciones de cada responsable durante el proceso. “Este diagrama nos ayuda a identificar indicadores y las falencias dentro del proceso o en las actividades con el objetivo de mejorar el proceso.” (García y Salazar, 2017)

Figura 15: Diagrama de flujo

Fuente: Pablo Lledó (2013)

1.3.5 Manual instructivo

Es un documento que se utiliza para el control de un proceso. Contiene el objetivo y el alcance del proceso, así como la forma lógica de todas las actividades que se deben realizar. El documento incluye las definiciones de las nomenclaturas que se van a utilizar. Presenta una gráfica general de la secuencia de las actividades, con su respectiva descripción. Además, presenta un diagrama de flujo con el rediseño del proceso para buscar una mejora continua, con sus respectivos involucrados y puntos de control. Por último, presenta un protocolo que indica lo que se va a controlar en cada punto de control.

1.4 Etapas generales de la construcción

1.4.1 Etapa de movimiento de tierras

Aquellos trabajos necesarios para alcanzar los niveles proyectados del terreno en la ejecución de la edificación y sus exteriores; así como habilitar las zanjas necesarias para los elementos que deban ir enterrados, tales como cimentaciones, tuberías, etc. Ejemplo: excavaciones, cortes, rellenos.

1.4.2 Etapa de estructuras o casco

Aquellos trabajos que forman elementos estructurales. Estos elementos involucran concreto, acero, ladrillo.

Esta etapa se puede subdividir en dos. En primer lugar, las sub estructuras que están compuestas por elementos que están debajo del nivel cero. Ejemplo: elementos estructurales que conforman los sótanos, cimentaciones. En segundo lugar, las super estructuras que son aquellas visibles totalmente o en su mayor parte, van instaladas por encima del terreno natural. Ejemplo: vigas, losas, placas, de niveles superiores.

1.4.3 Etapa de acabados

Aquellos trabajos que involucran materiales luego de construida las estructuras. Esta etapa se puede subdividir en dos. En primer lugar, los acabos húmedos son aquellos que involucran cemento y agua en la mayoría de sus procesos. Ejemplo: tarrajeo, solaqueo, enchape. En segundo lugar, los acabados secos son aquellos que no involucran cemento y agua en sus procesos. Ejemplo: carpintería, cerrajería, cristalería.

1.5 Productividad en proyectos de construcción

Ghio (2001) describe las definiciones de trabajos productivos, contributorios y no contributorios de diferentes actividades en diferentes proyectos que se tomaron como data, así mismo utiliza herramientas de la filosofía Lean Construction para medir la productividad. Roldán (2015) analiza el uso de la grúa torre como abastecimiento de concreto y no el uso de la bomba concretera, debido a que la grúa torre no solo se utiliza en el abastecimiento de materiales.

El estudio de la productividad en proyectos de construcción se define por tres tipos de trabajo:

- Trabajo productivo (TP): actividades que agregan valor al proyecto.
- Trabajo contributorio (TC): las que ayudan en el proceso de una actividad a ser productivo.
- Trabajo no contributorio (TNC): actividades que no generan valor al proyecto ni a la actividad productiva.

1.6 Sistemas constructivos

Ghio y Bascuñán (2016) indican que la innovación en los procesos constructivos mejora la productividad. En el sector construcción, un ejemplo de innovación es utilizar elementos prefabricados como sistemas constructivos, procedimiento que reduce el tiempo de trabajo de la mano de obra para ser utilizado en otras actividades. Sin embargo, en el Perú los elementos prefabricados están tomando valor poco a poco, por lo que aún se sigue trabajando con los sistemas convencionales o vaciado en el sitio (in situ).

De los diferentes elementos estructurales ya sean cimentaciones, vigas, losas de techo, placas, columnas; las losas de techo son las que se pueden realizar con dos tipos de sistemas constructivos diferentes: el sistema convencional o el sistema de prefabricados. Las losas de techo se dividen en dos tipos:

- Losa maciza.
- Losa aligerada.

Por un lado, el sistema constructivo que utiliza la losa maciza es el convencional, es decir, realizar el armado de acero y vaciado in situ. Por otro lado, la losa aligerada se puede armar con los dos tipos de sistemas constructivos. Los materiales a trasladar están asociados a los sistemas constructivos, por lo cual se definen los dos tipos de sistemas.

1.6.1 Sistema convencional

Consiste en realizar todo el proceso constructivo en el sitio donde se ubicará el elemento estructural. Por un lado, el proceso constructivo de la losa maciza consiste en:

- Colocación del encofrado que está conformado por puntales, porta sopanda, sopanda y fenólico para recibir la losa, tal como se muestra en la **Figura 16**.

Figura 16: Colocación de encofrado para losa aligerada

Fuente: Línea prevención

- Posteriormente, se coloca la malla de acero, separadores y los refuerzos adicionales.
- Se realiza las instalaciones eléctricas y sanitarias, que son las tuberías que pasan por la losa maciza.
- Se realiza las pruebas hidráulicas, el cual esta actividad dura un día de trabajo.
- Se realiza vaciado del concreto de la losa maciza.

En la **Figura 17** se muestra la armadura de la losa maciza, antes de realizar el vaciado.

Figura 17: Armadura de losa maciza

Fuente: Obra Flia Laredo

Por otro lado, el proceso constructivo de la losa aligerada con el sistema convencional es similar al de la losa maciza. La diferencia está en que la losa aligerada cuenta con viguetas que se forman por la separación de ladrillos de techo o tecnopor. El acarreo de los ladrillos de techo se puede realizar de dos formas:

- A través de los operarios, si es que la actividad se encuentra cerca del almacén o niveles muy bajos.
- A través de maquinarias de izaje, ya sea por grúa torre, winche o elevador si es que los trabajos a realizar se encuentran en niveles altos. En la **Figura 18**, se muestra el traslado de ladrillos con la grúa torre.

Figura 18: Traslado de ladrillos con grúa torre

Fuente: Propia

En la **Figura 19** se muestra el detalle típico transversal que se utiliza para este tipo de sistema convencional.

Figura 19: Detalle típico del sistema convencional de losa aligerada

Fuente: Villegas (2010)

1.6.2 Sistema de prefabricados

El proceso constructivo de las losas aligeradas prefabricadas es similar al convencional, pero difieren en la colocación de viguetas que ya vienen armadas estas son trasladadas con la grúa torre tal y como se ve en la **Figura 20**, y los ladrillos de 8 huecos son reemplazados por el ladrillo bovedilla o casetón. El detalle típico de la sección transversal de la losa aligerada con prefabricados se observa en la **Figura 21**, el cual solo varían las secciones de las viguetas y los ladrillos bovedillas.

Figura 20: Traslado de viguetas prefabricadas con grúa torre

Fuente: Propia

Figura 21: Detalle de losa aligerada con elementos prefabricados

Fuente: Loayza y Chávez (2015)

1.6.3 Diferencia de sistemas en losas

Según Paye et al. (2014), las diferencias de los sistemas en losas son las siguientes:

- El sistema de prefabricados vuelve a la grúa torre más productiva frente al sistema tradicional, debido a que realiza el traslado de viguetas y mejora la eficiencia de producción en campo.
- El peso de las losas aligeradas-prefabricadas es menor en comparación al sistema convencional, el cual se presenta en la **Tabla 2**.
- El uso del concreto es menor en el sistema de losas aligeradas, en la **Tabla 2** se muestra la conclusión de esta diferencia.
- El ratio de mano de obra es más productiva utilizando el sistema de prefabricados, el cual se indica en la **Tabla 2**.
- El consumo de encofrado es de menor utilización cuando se usa el sistema de losas aligeradas prefabricadas, como lo indica en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Comparativo entre tipos de sistemas constructivos

Descripción	Unidad	Sistema convencional	Sistema de prefabricados
Peso propio	kg/cm ²	300	275
Consumo de concreto	m ³ /m ²	0.90	0.07
Rendimiento de mano de obra	m ² /día	25	110
Encofrado por m ² de losa	m ² /m ²	0.32	0.064

Fuente: Paye et al. (2014)

METODOLOGÍA

2.1 Nivel de investigación

La investigación es de tipo explicativa o causa-efecto, porque busca que la técnica a implementar mejore la situación actual en la que se encuentra la productividad de la grúa torre.

2.2 Diseño de investigación

La estrategia para la investigación es experimental, porque se recopilara información mediante un estudio de campo y luego se implementara en la situación actual para una mejora.

2.3 Procedimiento

Los pasos seguidos para el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- Identificar las actividades que involucran a la cuadrilla de grúa torre.
- Definir las actividades que corresponden a los TP, TC, TNC de la cuadrilla de grúa.
- Elaborar un formato de carta balance para registrar las mediciones.
- Identificar un grupo de proyectos que cuenten con las características de la investigación, empezando por contar con una grúa torre.
- Seleccionar tres proyectos que cuenten con proveedores distintos de grúa torre.
- Solicitar permiso de ingreso a los proyectos para llevar a cabo las mediciones.
- Realizar las mediciones de los TP, TC y TNC durante cinco días en cada proyecto.
- Identificar los problemas principales de los TC y TNC de los integrantes de la cuadrilla de la grúa de los tres proyectos.
- Analizar las causas de los problemas principales presentados de los tres proyectos, hasta identificar la causa raíz.
- Rediseñar el proceso general con sus respectivos puntos de control.
- Elaborar un manual instructivo que explique el proceso rediseñado y contenga las pautas para poder llevarlo a cabo.
- Presentar una encuesta a residentes, operadores y proveedores de grúa para validar las mejoras de la productividad con el manual instructivo.

PRODUCTIVIDAD DE GRÚA TORRE EN PROYECTOS

3.1 Proceso general de izaje con grúa torre

Se ha identificado el proceso de izaje de material utilizando la grúa torre en la **Figura 22**.

Figura 22: Proceso general de izaje de material con grúa torre

Fuente: Elaboración propia

Las actividades detalladas en el proceso de izaje con grúa torre son secuenciales y presentan las siguientes descripciones:

- Movimiento: desplazamiento de la grúa sin material.
- Amarre: trabajo efectuado por el rigger 1.
- Transporte: desplazamiento de la grúa con material.
- Desamarre: trabajo efectuado por el rigger 2.

3.2 Formato de carta balance

Para la elaboración del formato propuesto se ha tomado como referencia un formato común de carta balance y se le ha adaptado todo lo requerido para el proceso que realiza la grúa torre. Cabe resaltar que las mediciones serán efectuadas por minuto. El formato propuesto presenta cuatro secciones que se encuentran marcadas en la **Tabla 3**.

A) Membrete general: se colocan las generalidades previas a la medición. Se recomienda que las horas de inicio y fin sean exactas.

B) Tabla de mediciones: se colocan los códigos por cada minuto, previamente definidos en la clasificación del trabajo, considerando los participantes asignados. De ser el caso, se colocan observaciones puntuales del trabajo realizado.

C) Clasificación del recurso: se especifica la actividad, el tipo de recurso y el nombre de los participantes de la cuadrilla. Los participantes de la cuadrilla son: rigger 1, rigger 2 y grúa.

D) Clasificación del trabajo: se colocan las actividades que realizan los participantes de la cuadrilla y su respectivo tipo de trabajo (TP, TC, TNC). Además, se coloca un código a cada actividad que está dentro de la clasificación del trabajo (Ejemplo: A, T, M).

Tabla 3: Formato de carta balance

FORMATO DE TOMA DE DATOS : CARTA BALANCE			Rev.
Proyecto:		Actividad:	
Muestreador:		Descripción:	
N° Formato:		Fecha:	Hora inicio: Hora fin:

B	Rigger 1	Rigger 2	Grúa	Observaciones
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				

Clasificación del recurso:

	Actividad	Tipo de recurso	Nombre
Rigger 1	Izaje	MO	
Rigger 2	Izaje	MO	
Grúa	Izaje	MQ	Grúa torre

Donde:

MO :: Mano de obra

MQ :: Maquinaria

Clasificación del trabajo:

Rigger:

TP	A	Amarre / desamarre
TC	R	Radio / Pito
TNC	E	Esperas
TNC	U	Tiempos muertos

Grúa:

TP	T	Transporte
TC	M	Movimientos
TNC	E	Esperas
TNC	U	Tiempos muertos

Fuente: Elaboración propia

3.3 Estudio del proyecto “Residencial Huiracocha”

3.3.1 Descripción del proyecto

El proyecto “Residencial Huiracocha” está ubicado en el Jr. Huiracocha, en el distrito de Jesús María. La ejecución del proyecto está a cargo de la constructora Marte, con una proyección total de 14 meses desde marzo de 2018 hasta mayo de 2019. El organigrama de los responsables del proyecto se detalla en el **Anexo 2**.

El edificio está compuesto por 15 pisos, tres sótanos, dos ascensores y una azotea; que se divide en cuatro sectores en la etapa de casco. El proyecto cuenta con un área construida de 10,000 m² aproximadamente. El sistema constructivo utilizado es de viguetas pre fabricadas para las losas aligeradas. El Layout del proyecto se muestra en el **Anexo 3**.

La constructora Marte ha contratado a la empresa Agrumaq para el servicio de grúa torre. La grúa torre utilizada es autoestable, empotrada y pertenece a la serie 63 LC de marca Liebherr, como se muestra en la **Figura 23**.

Las generalidades de la grúa torre para este proyecto son:

- Grúa torre city.
- Altura máxima de 50 m (desde el nivel +0.00).
- Longitud de pluma de 45 m.
- Carga máxima de 2.5 toneladas.
- Carga mínima de 1 tonelada.
- Costo mensual del alquiler de la grúa torre \$ 10,000.

Figura 23: Grúa torre del proyecto "Residencial Huiracocha"

Fuente: Propia

Además, el operador de la grúa se encuentra en campo y realiza todos los movimientos de la grúa por medio de un joystick amarrado a la cintura, como se muestra en la **Figura 24**.

Figura 24: Operador de la grúa torre

Fuente: Propia

3.3.2 Medición de la productividad

Las mediciones se realizaron en campo utilizando el formato de carta balance, efectuado en cinco días distribuidos en semanas diferentes durante el mes de octubre de 2018. Cabe resaltar que las mediciones se llevaron a cabo en los horarios de 8:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm de manera exacta, sin pasar ni un minuto. Sin embargo, la jornada laboral culminaba a las 5:30 pm.

La cuadrilla estuvo compuesta por el rigger 1, el rigger 2 y la grúa torre. De manera general, la cuadrilla se encargó de trasladar, en la mayor parte del tiempo, los siguientes materiales: acero, ladrillo de techo, viguetas, encofrado, ladrillo sílico calcáreo (tabiquería), madera para andamio, alambre.

La cuadrilla utilizó la grúa torre más veces para transportar ladrillo de techo tipo bovedilla, en su respectiva jaula, desde uno de los puntos del área libre hasta el área de producción.

Figura 25: Rigger 1 coordinando traslado de ladrillos

Fuente: Propia

De la **Figura 25**, se observa que el rigger 1 terminó de colocar la jaula y está coordinando, con el operador de la grúa, la subida del material a través de la radio.

Figura 26: Grúa torre trasladando ladrillos

Fuente: Propia

De la **Figura 26**, se observa que la grúa está trasladando la jaula de ladrillos hacia un punto de descarga en campo.

3.3.3 Resultados de la medición

Se procesaron los datos de todos los tiempos medidos para cada integrante de la cuadrilla. Los resultados de las mediciones a nivel global, que involucra los cinco días, se presentan a continuación. Se han diferenciado los tres tipos de trabajo con un color característico.

Figura 27: Trabajos realizados por los riggers

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 27**, los porcentajes de TP corresponden al amarre/desamarre de materiales; y al enganche/desenganche de la jaula de ladrillos y del capacho.

Figura 28: Trabajos realizados por la grúa torre

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 28**, el 19% de TP corresponde al transporte de materiales y al vaciado de concreto con capacho; este último solo sucedió en un día de medición.

Además, hubo bastantes tiempos muertos en los cuales la cuadrilla de grúa estaba parada sin realizar ninguna actividad. El porcentaje de tiempos muertos asciende a un 22% del total de trabajos realizados, es decir, dos horas diarias aproximadamente la cuadrilla de grúa no realiza ningún tipo de actividad. Parte de estos tiempos muertos se debió a que no hubo combustible para la grúa torre por más de 30 minutos.

Los resultados de las mediciones diarias del proyecto “Residencial Huiracocha” se detallan en el **Anexo 4**. Lo correspondiente a TC y TNC se detallarán en el ítem 3.6.

3.4 Estudio del proyecto “Nossa”

3.4.1 Descripción del proyecto

El proyecto “Nossa” está ubicado en la Av. Brasil, en el distrito de Jesús María. La ejecución del proyecto está a cargo de la empresa A&B Proyectos Inmobiliarios, con un plazo de ejecución de 15 meses desde marzo de 2018 hasta diciembre de 2019. El organigrama del proyecto se detalla en el **Anexo 5**.

El edificio está compuesto por 20 pisos, cinco sótanos, dos ascensores y una azotea; que se divide en cuatro sectores en la etapa de casco. El proyecto cuenta con un área construida de 14,000 m² aproximadamente. El sistema constructivo utilizado es de viguetas pre fabricadas para las losas aligeradas. El Layout del proyecto se muestra en el **Anexo 6**.

La empresa A&B Proyectos Inmobiliarios ha contratado a la empresa Galigrú para el alquiler de la grúa torre. La grúa torre utilizada es autoestable, empotrada y pertenece a la serie TF 50-2.5 115Lc de marca IT Cranes, como se muestra en la **Figura 29**.

Las generalidades de la grúa torre para este proyecto son:

- Grúa torre telescópica.
- Altura máxima de 58 m (desde el nivel +0.00).
- Longitud de pluma de 42 m.
- Carga máxima de 2.5 toneladas.
- Carga mínima de 0.8 toneladas.
- Costo mensual del alquiler de la grúa torre S/. 11,000.

Figura 29: Grúa torre del proyecto "Nossa"

Fuente: Propia

Por otro lado, el operador de la grúa se encuentra en campo y realiza todos los movimientos de la grúa por medio de un joystick amarrado a la cintura.

3.4.2 Medición de la productividad

Las mediciones se realizaron en campo utilizando el formato de carta balance, efectuado en cinco días distribuidos en semanas diferentes durante el mes de febrero de 2019. Además, las mediciones se llevaron a cabo en los horarios de 8:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm de manera exacta.

La cuadrilla estuvo compuesta por el rigger 1, el rigger 2 y la grúa torre. De manera general, la cuadrilla se encargó de trasladar, en la mayor parte del tiempo, los siguientes materiales: acero, ladrillo de techo, viguetas, encofrado, capacho, mallas de seguridad.

Dentro de lo más resaltante de las mediciones, se destaca el uso del encofrado modulado, es decir, un encofrado compuesto por varios módulos o paneles. Este material se trasladaba solo una vez al día y el proceso total demoraba más de 20 minutos en promedio.

Figura 30: Grúa torre transportando el encofrado modulado

Fuente: Propia

De la **Figura 30**, se observa que la grúa está transportando el encofrado modulado. El transporte se realizó luego de que la cuadrilla de encofradores realizara el desencofrado de una placa de 9 metros de ancho. Para el enganche del pulpo con el encofrado modulado, el rigger 2 tenía que colocarse encima de la placa para poder engancharla.

Figura 31: Retiro de restos de concreto del encofrado modulado

Fuente: Propia

De la **Figura 31**, se observa que la grúa tiene aún enganchado el encofrado modulado, mientras que un trabajador de la cuadrilla de encofradores retira los restos de concreto producto del vaciado de la placa. Luego del retiro de restos, se procede a colocar el desmoldante al encofrado modulado. Por último, se realiza el transporte del encofrado modulado hacia otro sector que cuenta con una placa de sección similar, para encofrarla.

3.4.3 Resultados de la medición

Los resultados de las mediciones a nivel global, que involucra los cinco días, se presentan a continuación:

Figura 32: Trabajos realizados por los riggers

Fuente: Propia

De la **Figura 32**, los porcentajes de TP corresponden al amarre/desamarre de materiales; y al enganche/desenganche de la jaula de ladrillos, del capacho y del encofrado modulado.

Figura 33: Trabajos realizados por la grúa torre

Fuente: Propia

De la **Figura 33**, el 27% de TP corresponde al transporte de materiales, al vaciado de concreto con capacho, a la descarga de arena con capacho y al desencofrado del encofrado modulado.

Además, hubo bastantes tiempos muertos en los cuales la cuadrilla de grúa estaba parada sin realizar ninguna actividad. El porcentaje de tiempos muertos asciende a un 19% del total de trabajos realizados, es decir, una hora y media diaria aproximadamente la cuadrilla de grúa no realiza ningún tipo de actividad. Parte de estos tiempos muertos se debió a que el operador de la grúa subió hasta la parte final de la torre para verificar el funcionamiento de una batería en el horario de trabajo, lo cual demoró más de 20 minutos.

Los resultados de las mediciones diarias del proyecto “Nossa” se detallan en el **Anexo 7**. Lo correspondiente a TC y TNC se detallarán en el ítem 3.6.

3.5 Estudio del proyecto “Enjoy”

3.5.1 Descripción del proyecto

El proyecto “Enjoy” está ubicado en la Av. Faustino Sánchez Carrión, en el distrito de Jesús María. La ejecución del proyecto está a cargo de la constructora VyV Bravo, con una proyección total de 22 meses desde junio de 2018 hasta abril de 2020. El organigrama del proyecto se detalla en el **Anexo 8**.

El edificio está compuesto por 20 pisos, cuatro sótanos, tres ascensores y un cuarto de bombeo; dividido en cuatro sectores en la etapa de casco. El proyecto cuenta con un área construida de 20,000 m² aproximadamente. El sistema constructivo utilizado es de losas macizas con fierro pre armado. El Layout del proyecto se muestra en el **Anexo 9**.

La constructora VyV Bravo ha contratado a la empresa Etac para el servicio de grúa torre. La grúa torre utilizada es autoestable, empotrada y pertenece a la serie MCI 85A-2C de marca Potain, como se muestra en la **Figura 34**.

Las generalidades de la grúa torre para este proyecto son:

- Grúa torre telescópica.
- Altura máxima de 60 m (desde el nivel +0.00).
- Longitud de pluma de 50 m.
- Carga máxima de 5 toneladas.
- Carga mínima de 1.30 toneladas.
- Costo mensual del alquiler de la grúa torre S/. 21,000.

Figura 34: Grúa torre del proyecto "Enjoy"

Fuente: Propia

Además, el operador de la grúa se encuentra en una cabina y realiza todos los movimientos desde lo alto de la grúa, como se muestra en la **Figura 35**.

Figura 35: Operador de la grúa torre en cabina

Fuente: Propia

3.5.2 Medición de la productividad

Las mediciones se realizaron de la misma forma que los dos proyectos anteriores y la cuadrilla estuvo compuesta por el rigger 1, el rigger 2 y la grúa torre. De manera general, la cuadrilla se encargó de trasladar, en la mayor parte del tiempo, los siguientes materiales: acero, ladrillo blanco, encofrado y capacho.

Lo resaltante en las medición de este proyecto fue que la grúa transportaba las armaduras de los elementos verticales, a pesar de la duración del proceso haya sido mayor hacia que la cuadrilla de acero solo se encargue de empalmar los aceros de la armadura que se encontraba suspendida. Por otro lado, los otros proyectos realizaban la armadura en el punto de trabajo.

Figura 36: Grúa torre trasladando armadura de la columna

Fuente: Propia

De la **Figura 36**, se observa que la grúa está trasladando la armadura de la columna hacia un punto de descarga en campo, el rigger de chaleco verde se encuentra moviendo materiales que están cerca al lugar de trabajo y el que sostiene la soga amarrada a la armadura este un operario de la cuadrilla de acero que sigue las indicaciones del rigger.

Figura 37: Traslape de columna

Fuente: Propia

De la **Figura 37**, se observa que el rigger 2 se encuentra dando indicaciones y amarra la soga a un lugar rígido, en este caso a la grúa torre, los operarios de acero se encuentran empalmado el acero con las mechas que se dejaron en la columna del piso inferior.

3.5.3 Resultados de la medición

Los resultados de las mediciones a nivel global, que involucra los cinco días, se presentan a continuación:

Figura 38: Trabajos realizados por los riggers

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 38**, los porcentajes de TP corresponden al amarre/desamarre de materiales; y al enganche/desenganche de la jaula de ladrillos, paquetes de acero, armadura de elementos verticales y encofrado.

Figura 39: Trabajos realizados por la grúa torre

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 39**, el 36% de TP corresponde al transporte de materiales, al vaciado de concreto con capacho y a la colocación de armadura de elementos verticales.

Además, hubo bastantes tiempos muertos en los cuales la cuadrilla de grúa estaba parada sin realizar ninguna actividad. El porcentaje de tiempos muertos asciende a un 15% del total de trabajos realizados, es decir, una hora diaria aproximadamente la cuadrilla de grúa no realiza ningún tipo de actividad. Parte de estos tiempos muertos se debió al traslado de la armadura de los elementos verticales, debido a que el rigger debía desamarrar el material luego de la intervención de la cuadrilla de acero en el empalme de la columna o placa.

Los resultados de las mediciones diarias del proyecto “Enjoy” se detallan en el **Anexo 10**. Lo correspondiente a TC y TNC se detallarán en el ítem 3.6.

3.6 Resultados de la medición global de la productividad

Los resultados de las mediciones efectuadas a los tres proyectos se presentan a continuación:

Figura 40: Resultado global rigger 1

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 40**, el 21% de TP es principalmente el amarre de los materiales a transportar considerando que el rigger 1 se encuentra, en su mayoría, en las áreas libres del proyecto. El 6% de TC es principalmente el uso de la radio para coordinar con el rigger 2 la cantidad de material a transportar, y para guiar a la grúa a subir el material. El 73% de TNC corresponde a las esperas y a los tiempos muertos. Las esperas (54%) son provocadas por los trabajos que realizan el rigger 2 y la grúa en campo; mientras que en los tiempos muertos (19%) ningún integrante de la cuadrilla realiza actividad alguna.

Figura 41: Resultado global rigger 2

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 41**, el 15% de TP es principalmente el desamarre de los materiales transportados considerando que el rigger 2 siempre se encuentra en campo, es decir, en el

área de producción del proyecto. El 6% de TC es principalmente el uso del radio, para coordinar con el rigger 1 y para guiar a la grúa a descargar el material; y el uso del pito que alerta a las cuadrillas en campo sobre el riesgo existente en el transporte del material. El 79% de TNC corresponde a las esperas y a los tiempos muertos. Las esperas (60%) son provocadas por los trabajos que realizan el rigger 1 y la grúa en campo; mientras que en los tiempos muertos (19%) ningún integrante de la cuadrilla realiza actividad alguna.

Figura 42: Resultado global grúa torre

Fuente: Elaboración propia

De la **Figura 42**, el 28% de TP es principalmente el transporte de todo tipo de material a cualquier punto de la obra. También, se ha considerado para este tipo de trabajo el vaciado de concreto con capacho, la colocación de encofrado modulado y la colocación de acero armado. El 16% de TC es principalmente los movimientos que ejecuta la grúa sin material, incluye el movimiento de la celda vacía de ladrillos, el movimiento del capacho sin material y el movimiento de accesorios como la eslinga o el estrobo. El 56% de TNC corresponde a las esperas y a los tiempos muertos. Las esperas (37%) son provocadas por la coordinación y por los trabajos de amarre y desamarre de cada rigger; mientras que en los tiempos muertos (19%) ningún integrante de la cuadrilla realiza actividad alguna.

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD

4.1 Selección de los problemas

Para encontrar los problemas principales de los trabajos contributivos (TC) y los trabajos no contributivos (TNC), trabajos que no son productivos, del proceso de izaje de materiales con la grúa torre se usará la herramienta de diagrama de Pareto, el cual nos ayudará a identificar los problemas que presentan mayor frecuencia.

En primer lugar, se procesó la información obtenida en las mediciones de cada proyecto. En segundo lugar, se clasificaron las actividades correspondientes a TC y TNC de cada proyecto. En tercer lugar, se obtuvo la cantidad total de cada actividad de cada proyecto. En cuarto lugar, se sumaron las cantidades de los tres proyectos estudiados. Finalmente, se aplicó la estadística de Pareto para obtener los porcentajes acumulados.

En la **Tabla 4** se muestran la cantidad total de mediciones para cada actividad y cuánto representa en porcentajes acumulados, con el fin de identificar las actividades que están dentro del 80%. Además, se presentan las nomenclaturas correspondientes a los TC y TNC, colocadas en el formato de carta balance.

- U: Tiempos muertos
- EG: Espera de grúa torre
- E1: Espera de rigger 1
- E2: Espera de rigger 2
- M: Movimiento
- R: Radio/pito

Tabla 4: Cálculos y porcentajes de las actividades

Actividad	Cantidades (min)	%	Cantidades acum. (min)	% Acum
E2	5375	31.96%	5375	31.96%
E1	4666	27.74%	10041	59.70%
EG	3439	20.45%	13480	80.14%
U	2024	12.03%	15504	92.18%
M	793	4.71%	16297	96.89%
R	523	3.11%	16820	100.00%
	16820	100.00%		

Fuente: Elaboración propia

Figura 43: Diagrama de Pareto de los proyectos estudiados

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de Pareto, presentado en la **Figura 43**, nos indica que las tres primeras actividades son las de mayor incidencia, debido a que representan el 80% total de todo el proceso. Las actividades de mayor incidencia corresponden en su totalidad a las esperas de cada integrante de la cuadrilla de grúa. Las esperas de la grúa torre corresponden a las actividades que realizan los riggers, independientemente o en conjunto; mientras que las esperas de los riggers pueden darse por actividades que realiza la grúa. Cabe resaltar que las actividades con mayor incidencia, presentadas en el diagrama de Pareto, no van a poder ser eliminadas por completo pero si se van a poder reducir.

4.2 Análisis de los problemas

Para identificar la causa-raíz de las esperas que ocasionan los riggers y la grúa torre se utilizará la herramienta de diagrama de Ishikawa, con el fin de plantear posteriormente posibles soluciones para mejorar el proceso.

En primer lugar, se define el problema que se va a analizar, en nuestro caso de estudio: las esperas de cada integrante de la cuadrilla de grúa obtenida del diagrama de Pareto. En segundo lugar, se realiza un análisis de cada problema para identificar las causas, sub-causas y la causa raíz. Cabe resaltar que las causas se agrupan en seis categorías (6M's) que son:

- Métodos: documentación del proceso.
- Mano de obra: las personas que se encuentran dentro del proceso.
- Materiales: las herramientas que se van a utilizar en el proceso.

- Medición: la calibración y aseguramiento de calidad.
- Medio Ambiente: la cultura de la empresa.
- Maquinaria: mantenimiento preventivo del proceso.

Por último, se grafica un esquema en forma de espina de pescado, donde se presenta la división de las causas, las sub causas y la causa raíz.

En la **Figura 44** se presenta el diagrama de Ishikawa teniendo como problema la espera del rigger 1; las causas y sub-causas se obtuvieron con lo observado en campo. Se realizó el análisis dando como resultado las siguientes causas y sub-causas:

- Durante el inicio de la jornada tanto los riggers, como el operador de la grúa no participaban en las charlas diarias.
- La falta de organización de la cuadrilla y no contar con un responsable a cargo, ocasiona que no se tenga un control adecuado del proceso.
- No había un responsable o encargado que supervisara el amarre, la agrupación de materiales a transportar.
- En varias ocasiones los proveedores de materiales llegaban y no se tenía listo para ser transportados hacia el acopio de materiales.
- En las áreas libres donde se encuentran los materiales no se tenían agrupados para ser transportados de forma rápida.
- Durante las mediciones se evidenció que las cuadrillas de otras actividades, ya sea de encofrados, acero, concreto se acercaban donde el rigger y le indicaban que necesitaban el material en el punto de trabajo, al no contar con un responsable que de las indicaciones los riggers seguían las indicaciones sin importar si el material que se solicito es prioritario.
- Al no contar o asignar un responsable que verifique las actividades del proceso, no se asegura que el procedimiento se esté ejecutando de la mejor forma o con la calidad requerida.
- Durante las mediciones la grúa tenía fallas mecánicas, ya sea por el motor o falta de gasolina lo que ocasionaba que el proceso se detenga por completo.
- Para cada material que se transportaba tiene un accesorio que se adecua para poder acarreado las viguetas y el acero se utilizaba el pulpo, para el encofrado se usaba la eslinga, para concreto capacho y para los ladrillos de techo se usaba la jaula.

- En las mediciones se transportaba acero por un tiempo prolongado, pero luego cambiaban a encofrado en ese caso el rigger cambia de accesorio, lo que hacía que el otro rigger espere hasta que sea colocado.

Finalmente, al realizar todo el análisis se concluye que la causa raíz que genera las esperas del rigger 1 es no contar con un encargado o un responsable que verifique que el proceso se esté realizando de forma correcta.

Por otro lado, en la **Figura 45** se presenta el diagrama de Ishikawa teniendo como problema la espera del rigger 2; las causas y sub-causas se obtuvieron con lo observado en campo. Se realizó el análisis y se concluyó que la causa raíz es similar al del rigger 1.

Figura 44: Esperas del rigger 1

Fuente: Elaboración propia

Figura 45: Esperas del rigger 2

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 46** se presenta el diagrama de Ishikawa teniendo como problema la espera de la grúa torre; las causas y sub-causas se obtuvieron con lo observado en campo. Se realizó el análisis se obtuvieron las siguientes causas y sub-causas:

- Mientras se realizaban las mediciones se observó que los riggers se demoraban en amarrar o no aseguraban bien el material que iba a transportarse, esto generaba un reproceso.
- Al no tener un control de las actividades generan varios reprocesos, que básicamente lo puede realizar un encargado que verifique que las actividades se estén realizando correctamente.
- En varias ocasiones los proveedores de materiales llegaban y no se tenía listo para ser transportados hacia el acopio de materiales.
- En las áreas libres donde se encuentran los materiales no se tenían agrupados para ser transportados de forma rápida.
- Durante las mediciones se evidencio que las cuadrillas de otras actividades, ya sea de encofrados, acero, concreto se acercaban donde el rigger y le indicaban que necesitaban el material en el punto de trabajo, al no contar con un responsable que de las indicaciones los riggers seguían las indicaciones sin importar si el material que se solicito es prioritario.
- Al no contar o asignar un responsable que verifique las actividades del proceso, no se asegura que el procedimiento se esté ejecutando de la mejor forma o con la calidad requerida.
- Durante las mediciones la grúa tenía fallas mecánicas, ya sea por el motor o falta de gasolina lo que ocasionaba que el proceso se detenga por completo.
- Por último, al realizar todo este análisis se concluye que la causa raíz que genera las esperas de la grúa torre, es no contar con un encargado o un responsable que verifique que el proceso se esté realizando de forma correcta.

Figura 46: Esperas de la grúa torre

Fuente: Elaboración propia

4.3 Proceso de izaje de material con grúa torre inicial

El proceso de izaje de material observado en los tres proyectos de estudio se presenta en la **Figura 47**. En el diagrama de flujo se muestran las actividades que se llevaron a cabo en las mediciones efectuadas a los tres proyectos por cada involucrado en el proceso; además, no se presentan puntos de control porque no se llevaron a cabo, no existía un encargado. El diagrama de flujo inicial será rediseñado y se presentará en el manual instructivo.

Figura 47: Proceso de izaje de material con grúa torre inicial

Fuente: Elaboración propia

MANUAL INSTRUCTIVO DEL PROCESO DE IZAJE DE MATERIAL

El manual instructivo se presenta como una propuesta para la mejora de la productividad en el proceso de izaje de materiales con grúa torre en la etapa de casco. Este documento va dirigido a ingenieros residentes, ingenieros de producción, proveedores de grúa y operarios de grúa torre.

El contenido del manual instructivo es:

- 5.1 Objetivo
- 5.2 Alcance
- 5.3 Definiciones
- 5.4 Referencias
- 5.5 Secuencia de actividades
- 5.6 Descripción de actividades
- 5.7 Seguridad
- 5.8 Responsabilidades
- 5.9 Métodos de control
- 5.10 Consideraciones
- 5.11 Anexos del manual instructivo

5.1 Objetivo

Asegurar que el proceso de izaje de materiales utilizando grúa torre se lleve a cabo de manera constante con una secuencia establecida, cumpliendo con los estándares de seguridad.

5.2 Alcance

Aplicable en la ejecución de edificaciones multifamiliares que cuenten con una sectorización de trabajo, además de contar con un operador de grúa torre y dos riggers.

5.3 Definiciones

- Izaje: acción de subir y trasladar materiales de construcción tirando de la cuerda que está colgando.
- Grúa torre: estructura metálica que tiene como función elevar y distribuir diversos materiales de construcción.
- Pulpo: accesorio de cuatro brazos compuesto por cadenas metálicas que va enganchado al gancho de la grúa. [Imagen 1]
- Eslinga sintética: accesorio compuesto por un pequeño tramo de material sintético, sirve para el amarre de materiales. [Imagen 2]

- Estrobo: accesorio compuesto por un pequeño tramo de cable de acero, sirve para el amarre de materiales. [Imagen 3]
- Grillete: accesorio de unión entre el material amarrado con la eslinga (o estrobo) y el gancho de la grúa (o pulpo, en caso preceda al gancho). [Imagen 4]
- Jaula o canasta: accesorio de metal que se une al pulpo para transportar los ladrillos; se encierra por la parte inferior de los ladrillos que cuentan con un palet. [Imagen 5]
- Balde o capacho: accesorio en forma de recipiente que transporta diversos materiales. [Imagen 6]
- Cuadrilla de grúa torre: cuadrilla compuesta por un operador de grúa torre y dos riggers, se muestra en la **Figura 49**.
- Operador de grúa torre: persona capacitada y certificada para operar las maniobras de la grúa torre. Puede desempeñarse ubicado en cabina o en campo.
- Rigger: persona capacitada y certificada para realizar el amarre y desamarre de materiales de construcción. De preferencia, debe contar con nociones de operación de grúa torre. Además, es el responsable de guiar de manera segura las maniobras que realiza el operador de la grúa torre.
- Capataz de cuadrilla del material: capataz que pertenece a la cuadrilla del material que se está trasladando. Por ejemplo: encofrado, acero, concreto.

Imagen 1. Pulpo Fuente: Tecniyale	Imagen 2. Eslinga sintética Fuente: Provintec	Imagen 3. Estrobo Fuente: Manioperu

Imagen 4. Grillete Fuente: Tecniyale	Imagen 5. Jaula Fuente: Boscaro	Imagen 6. Balde Fuente: Boscaro

Figura 48: Accesorios de izaje

Fuente: Varias

Figura 49: Cuadrilla de grúa torre

Fuente: Elaboración propia

5.4 Referencias

La utilización de procesos que involucran la grúa torre debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Norma Técnica Peruana G050 (Manejo y movimiento de cargas).
- Manual de operación de la grúa torre a utilizar.
- Ficha técnica de la grúa torre a utilizar.
- Plano de arquitectura, plano de ubicación y plano de cimentaciones.

5.5 Secuencia de las actividades

La secuencia de actividades de Inicio a Fin se muestra en la **Figura 50**.

Figura 50: Secuencia de actividades

Fuente: Elaboración propia

5.6 Descripción de las actividades

5.6.1 Movimiento

El capataz de cuadrilla del material debe:

- Solicitar el material y la cantidad que se debe transportar.

El rigger 1 debe:

- Agrupar la cantidad exacta del material solicitado por el capataz, en caso no se encuentre agrupado.

El rigger 2 debe:

- Verificar si el material que se ha solicitado está listo para ser transportador.
- Coordinar por radio con el operador para que realice la maniobra de movimiento al punto donde está el material.

El operador de la grúa torre debe:

- Realizar la maniobra para llegar al punto donde se solicita el transporte del material.

5.6.2 Amarre

El rigger 1 debe: (*)

- Seleccionar el accesorio adecuado para el transporte del material.
- Amarrar el material con el accesorio y engancharlo a la grúa torre.
- Coordinar con el operador para que realice el levantamiento ligero.
- Terminar de asegurar el amarre, en caso no se haya realizado de forma correcta.

El operador de la grúa torre debe:

- Esperar las indicaciones del rigger 1 para realizar el levantamiento ligero.

El rigger 2 debe: (*)

- Verificar que el material esté asegurado para su transporte.

5.6.3 Transporte

El operador de la grúa torre debe:

- Realizar la maniobra con el material amarrado hacia el punto de descarga indicado por el rigger 2.
- Realizar la descarga lenta del material para su posterior desamarre.

El rigger 2 debe:

- Indicar el punto de descarga del material.
- Utilizar el pito como alerta de que la grúa torre está transportando material.
- Coordinar por radio con el operador para la descarga lenta del material.

5.6.4 Desamarre

El rigger 2 debe: (*)

- Desamarrar el material.
- Utilizar la radio para indicar que la grúa torre se retire de la zona de descarga del material y pase a la siguiente actividad.

El operador de la grúa torre debe:

- Esperar las indicaciones del rigger 2 para pasar a la siguiente actividad.

5.6.5 Liberación de izaje del material

El rigger 2 debe:

- Inspeccionar que el material desamarrado esté en óptimas condiciones, que no sufrió ningún golpe o abolladura durante la maniobra del operador.

El ingeniero de calidad debe:

- Documentar el proceso.

El procedimiento se detalla en el proceso de izaje de material con grúa torre propuesto, el cual se encuentra en la **Figura 51** en los anexos del manual instructivo.

(*) Nota: Existe la posibilidad de que el rigger 2 realice las funciones del rigger 1, y viceversa; sin embargo, la descripción de actividades se mantiene para este caso.

5.7 Seguridad

El responsable será el ingeniero de seguridad o el prevencionista de riesgos. Antes del inicio de las actividades diarias de la cuadrilla de grúa torre, se deben verificar las medidas de seguridad con el responsable. Además, es recomendable completar los siguientes protocolos:

- Análisis de trabajo seguro (ATS)
- Permiso de izaje
- Trabajo de altura
- Check list de grúa torre
- Inspección de accesorios

Se deben tener en cuenta todas las medidas de seguridad en cada actividad que se realice debido a que la grúa torre es un elemento de izaje de alto riesgo.

5.8 Responsabilidades

Los responsables de llevar a cabo el proceso de izaje de material son los siguientes:

- CAP: capataz de cuadrilla del material
- R1: rigger 1

- R2: rigger 2
- OG: operador de grúa torre
- ICA: ingeniero de calidad

Las responsabilidades que tiene cada responsable se detallan en la **Tabla 5**.

Tabla 5: Responsabilidades de cada involucrado en el proceso de izaje

Actividades	CAP	R1	R2	OG	ICA
Movimiento	-	C	C	E	-
Amarre	-	E	I	I	-
Transporte	-	-	C	E	-
Desamarre	I	I	E	I	I
Liberación del proceso	-	-	E	-	E

Fuente: Elaboración propia

Donde:

C: responsable de cooperar

E: responsable de ejecutar

I: debe de estar informado

5.9 Métodos de control

Se presenta el plan de puntos control con sus respectivos criterios de aceptación para el proceso de izaje de material con grúa torre en la **Tabla 6**, que permitirá evitar los reprocesos.

Tabla 6: Puntos de control y criterios de aceptación

Puntos de control	Criterios de aceptación
Agrupación de la cantidad exacta del material requerido	Cantidad exacta
Aseguramiento del amarre y del accesorio colocado al material a transportar	Cuenta con el grillete
Condiciones del material desamarrado	El material no sufrió daños durante el transporte o en la llegada del material

Fuente: Elaboración propia

Se verificarán los puntos de control en el protocolo, el cual se encuentra en la **Figura 52** en los anexos del manual instructivo.

5.10 Consideraciones

Las consideraciones han sido planteadas con el fin de cumplir con todo lo establecido en el manual instructivo. Se presentan las siguientes consideraciones:

- La cuadrilla de grúa torre debe estar compuesta por un operador y dos riggers, por cada grúa torre.
- Cada integrante de la cuadrilla de grúa torre debe tener consigo una radio de uso rudo, que es un tipo de radio resistente a golpes.
- Los accesorios (pulpo, estrobo, grillete, etc.) que se utilizarán para el amarre y desamarre de material tienen que estar certificados para garantizar que se encuentran en óptimas condiciones.
- En el planeamiento de los bancos de materiales, en las áreas libres del proyecto, se debe considerar las capacidades de carga de la grúa torre.
- El almacenero del proyecto debe encargarse de tener los materiales en óptimas condiciones para transportar. Además, los materiales deben estar agrupados para que el rigger 1 solo realice los amarres, y no la agrupación de material como una actividad previa al amarre.
- Si cada rigger cuenta con su juego de accesorios (eslinga, estrobo, grillete), se aumentaría la productividad en el proceso de izaje de material.
- Si se cuenta con una programación diaria de los trabajos que realizará la cuadrilla de grúa torre, se aumentaría la productividad en el proceso de izaje de material y se disminuiría el riesgo.

5.11.1 Proceso de izaje de material con grúa torre propuesto

Figura 51: Proceso de izaje de material con grúa torre propuesto

Fuente: Elaboración propia

5.11.2 Protocolo de inspección (**)

PROTOCOLO DE INSPECCIÓN				
PROCESO: IZAJE DE MATERIAL CON GRÚA TORRE				
1. Ubicación				
Proyecto : _____		Registro: _____		
Material : _____		Fecha : _____		
2. Inspecciones		CONFORME : ✓ NO CONFORME : ✗		
Características a inspeccionar	Método de inspección	Criterios de aceptación	¿OK?	RESPONSABLE
Agrupación de la cantidad exacta del material requerido	Visual	Cantidad exacta	☐	Rigger 2
Aseguramiento del amarre y del accesorio colocado al material a transportar	Visual	Cuenta con el grillete	☐	Rigger 2
Condiciones del material desamarrado	Visual	El material no sufrió daños durante el transporte o en la llegada del material	☐	Rigger 2
3. Observaciones y/o recomendaciones				
4. Aprobaciones				
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____		
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____		
<div style="background-color: #c6e0b4; padding: 5px; border: 1px solid black;">Rigger 2</div>	<div style="background-color: #c6e0b4; padding: 5px; border: 1px solid black;">Ing. Producción</div>	<div style="background-color: #c6e0b4; padding: 5px; border: 1px solid black;">Ing. Calidad</div>		

Figura 52: Protocolo de inspección del proceso de izaje de material con grúa torre

Fuente: Elaboración propia

(**) El formato de protocolo de inspección se llenará por día, por grupo de paquetes.

VALIDACIÓN DEL MANUAL INSTRUCTIVO

El manual instructivo se pretende validar a través de una encuesta. Este documento va dirigido a ingenieros residentes, ingenieros de producción y proveedores de grúa torre.

6.1 Formato de encuesta

La encuesta va dirigida a diez ingenieros y tres proveedores de grúa torre.

Carrera de Ingeniería Civil
UPC

ENCUESTA

Proyecto: _____ Distrito: _____ N° pisos: _____
Etapa actual: _____ Sistema constructivo: _____

Ing. Residente ☐ Ing. Producción ☐	Proveedor ☐
---	------------------------------------

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☐ NO ☐
2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☐ NO ☐
3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el diagrama de flujo del **Manual Instructivo**? SI ☐ NO ☐
4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☐ NO ☐
5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el diagrama de flujo? SI ☐ NO ☐
De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? _____

6. Además de la programación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

Nombre: _____
Fecha: ____ / ____ / 2019

Figura 53: Formato de encuesta

Fuente: Elaboración propia

6.2 Resultados de la encuesta

Los resultados de las preguntas cerradas de la encuesta se presentan en la **Figura 54**, con un total de trece encuestas.

Figura 54: Resultados de las preguntas cerradas de la encuesta

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 55** se presenta la pregunta más resaltante que nos permite validar el manual instructivo y el objetivo general de la investigación.

Figura 55: Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

Fuente: Elaboración propia

La lista de personas entrevistadas se presenta en el **Anexo 11**, donde las empresas resaltadas son los proveedores de grúa torre. Además, se adjuntan las encuestas realizadas a los ingenieros y proveedores de grúa torre en el **Anexo 12**.

CONCLUSIONES

1. El formato de carta balance presentado sirvió para recolectar la información de campo de una forma rápida y ordenada al tener definidos los trabajos y los recursos.
2. De la toma de datos realizada a los tres proyectos de estudio se concluye que no se tienen resultados de productividad similares porque estos dependen de diversos factores como: organización y experiencia de la empresa contratista, experiencia en las maniobras por parte del operador de la empresa de grúa torre, eficiencia de los riggers, accesorios para amarrar y transportar materiales, capacidad de carga de la grúa torre, ubicación de los materiales en las áreas libres, ubicación de la grúa torre, tipo de sistema constructivo.
3. Los resultados de la productividad actual en los proyectos de estudio indican que el 56% corresponde al trabajo no contributorio por parte de la grúa torre. Esto significa que la grúa torre no está realizando ninguna actividad productiva por cuatro horas al día aproximadamente, es decir, la mitad del día se está pagando por no producir. Además, el 37% (esperas) es el porcentaje que se puede mejorar con la propuesta del manual instructivo; sin embargo, el 19% (tiempos muertos) se considera como tiempos que no van a variar.
4. Los problemas principales identificados en los tres proyectos de estudio son: esperas del rigger 2, esperas del rigger 1 y esperas de la grúa torre, respectivamente. Estos problemas han sido seleccionados con la herramienta de diagrama de Pareto y corresponden a solo trabajos no contributorios.
5. La causa raíz identificada de cada uno de los problemas principales es el mismo: la falta de un encargado. El proceso rediseñado está tomando en cuenta la causa raíz identificada, por ello, se está asignando a un responsable de la cuadrilla de grúa torre: rigger 2.
6. Si se cuenta con una organización y programación se aumentaría la productividad del proceso de izaje de material. En primer lugar, la organización sería relevante porque cada integrante conoce sus funciones y responsabilidades dentro del proceso. En segundo lugar, la programación ayudaría a tener horarios bien definidos sobre los materiales a transportar durante el día.
7. A través de la encuesta desarrollada se obtuvo una aceptación del 100% de que el manual instructivo propuesto aumentaría la productividad del proceso de izaje de material con grúa torre. Las encuestas se realizaron a ingenieros y proveedores de grúa torre, por lo cual, el juicio experto de las personas encuestadas nos indican que el manual aporta en la mejora de la productividad, confirmando la hipótesis planteada en la presente investigación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el manual instructivo, en un proyecto con las características descritas anteriormente en la investigación, para encontrar mejoras en el proceso de izaje de material con grúa torre. Una vez aplicado, se debe obtener lecciones aprendidas las cuales deben ser agregadas al manual instructivo para una tener una mejora continua.
- La ubicación de la grúa torre se debe definir en la etapa de planificación y debe tener en cuenta los accesos de descarga del material que será transportado a las áreas libres del proyecto y el flujo de producción en los sectores de trabajo. Por otro lado, utilizar nuevas tecnologías virtuales, como la herramienta BIM, sería provechoso debido a que el modelo virtual mostraría el potencial de optimización del proceso a lo largo del ciclo de vida del proyecto y lo haría utilizable.
- Se debe entregar a los riggers, al operador de la grúa torre y a los capataces del proyecto la programación diaria donde se especifiquen los materiales que serán transportados y los sectores a los que se va a abastecer, con la finalidad de que se contemple un orden en el proceso de izaje de material con grúa torre.
- En los proyectos de construcción que utilizan una grúa torre como sistema de izaje de materiales de construcción se debe contar con un plan de seguridad de trabajo. El plan debe contemplar varias medidas de seguridad para evitar los actos y condiciones sub estándar en el agrupamiento, en el transporte y en la colocación del material. Por esta razón, los riggers deben llenar correctamente el formato del análisis de trabajo seguro (ATS) y deben revisar que los accesorios de izaje se encuentran en buen estado. Los accesorios como el pulpo, el estrobo y el grillete no deben encontrarse oxidados; mientras que la eslinga no debe presentar deterioros o rasgados.
- Los materiales que lleguen al proyecto, por parte de los proveedores, deben cumplir en la cantidad y en la calidad requerida. Por ello, se debe realizar un control de calidad a cargo del jefe de almacén, en conjunto con el ingeniero de calidad.
- Los riggers deben contar con experiencia, capacitación y certificación para realizar los trabajos de izaje de material con grúa torre. Además, deben conocer las normas de seguridad porque la grúa torre es un elemento de izaje de alto riesgo.

LIMITACIONES

- La investigación está enfocada al proceso y no al flujo de procesos; sin embargo, si se complementa la investigación con el estudio del flujo de procesos se llegaría a plantear una propuesta de un sistema de producción efectivo.
 - Flujo de procesos: presenta el trabajo como un flujo de información compuesto por la conversión, la inspección, los transportes y las esperas.
 - Sistema de producción efectivo: asegurar que los flujos no paren, lograr flujos eficientes y lograr procesos eficientes.
- El estudio de los proyectos no presentaba transporte de otros materiales como las prelosas o los muros prefabricados, por lo cual no se puede comparar las mediciones con este tipo de sistemas constructivos. Se delimitó la investigación a abarcar solo los dos sistemas constructivos mencionados.
- El manual instructivo no se ha podido implementar en campo, por lo cual no se ha podido comparar las mediciones y corroborar que se aumentó la productividad, solo se ha validado por juicio de expertos.
- El manual instructivo no está enfocado a la etapa de movimiento de tierras o de acabados. Además, funciona para solo una grúa torre que presenta una cuadrilla compuesta por dos riggers y un operador.

REFERENCIAS

- Aliaga, D. (2015). Análisis y mejora del proceso productivo de una línea de galletas en una empresa de consumo masivo. (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima: Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6014> [Consulta: 16 de setiembre de 2018].
- Charpentier, L. (2010). Eficiencia del uso de grúas en la construcción de edificios. (Tesis de licenciatura, Universidad de Costa Rica, Facultad de Ingeniería. San José: Costa Rica). Recuperado de <http://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoKERWA73233> [Consulta: 2 de setiembre de 2018].
- Construction Plan-hire Association. (2011). Grúa torre arriostrable [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2PUNOTa> [Consulta: 15 de setiembre de 2018].
- García, J., Salazar, Y. (2017). Diagrama de Pareto [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2zKpcCt> [Consulta: 18 de setiembre de 2018].
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: PUCP.
- Ghio, V., Bascuñán, R. (2006). Innovación tecnológica en la construcción, ahora es cuando. Revista Ingeniería de Construcción, 21 (4), 207 – 218. Recuperado de <https://bit.ly/2OEsCMB> [Consulta: 7 de octubre de 2018].
- Gómez, S., Zumarán, J. (2014). Estudio del trabajo de las grúas torre en la construcción de viviendas masivas y métodos de mejora. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima: Perú). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4447> [Consulta: 2 de setiembre de 2018].
- Grisco. (15 de setiembre de 2018). Arriostres que unen la torre con la estructura [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2T4ihx2> [Consulta: 15 de setiembre de 2018].
- Hattab, M., Zankoul, E., Hamzeh, F. (2017). Near real time optimization of overlapping tower crane operations: a model and case study. Journal of Computing in Civil Engineering, 31, 1 – 16.
- DOI: <http://doi/10.1061/%28ASCE%29CP.1943-5487.0000666>

Jara, R. (18 de mayo de 2019). Gerente de operaciones en J.E Contratistas Generales. Entrevista de A. Manrique y J. Samán [Comunicación personal].

Liebherr. (16 de setiembre de 2018). Capacidad de carga de la grúa torre 63 LC [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2RQpyz2> [Consulta: 16 de setiembre de 2018].

Línea prevención (7 de octubre de 2018). Colocación de encofrado para losa aligerada [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2AXZzQn> [Consulta: 7 de octubre de 2018].

Lledó, P. (2018). Técnico en Gestión de Proyectos, Victoria, Canada: PabloLledó Project/Management.

Loayza, J., Chávez, R. (2015). Detalle de losa aligerada con prefabricados [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2AYQB5G> [Consulta: 7 de octubre de 2018].

Mena, R. (2009). Diseño de modelo a escala de una grúa torre. (Tesis de licenciatura, Universidad Carlos III de Madrid, Facultad de Ingeniería. Madrid: España). Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/9973> [Consulta: 16 de setiembre de 2018].

Mercado, J. (2011). Estudio de la productividad de dos grúas torre en un proyecto constructivo. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima: Perú).

Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3662/1/mercado_rj.pdf

[Consulta: 9 de setiembre de 2018].

Modelmotor. (13 de setiembre de 2018). Grúa torre autoestable con base apoyada [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2zJIRm1> [Consulta: 13 de setiembre de 2018].

Paye, A., Peña, J., Franco, J. (2014). Comparativo entre tipos de sistemas constructivos [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2PUUbFW> [Consulta: 8 de octubre de 2018].

Ramírez, L. (24 de noviembre de 2018). Gerente de operaciones en ETAC. Entrevista de A. Manrique y J. Samán [Comunicación personal].

Revista Perú Construye. (2016). Elevando elementos de construcción en obra, (43). Recuperado de <https://peruconstruye.net/edicion-43/> [Consulta: 26 de setiembre de 2018].

Roldán, G. (2015). Productividad de obras usando grúa torre. (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima: Perú). Recuperado de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5553> [Consulta: 23 de setiembre de 2018].

Sánchez, S. (2013). Aplicación de las 7 herramientas de la calidad a través del ciclo de mejora continua de Deming en la sección de hilandería en la fábrica Pasamanería S.A. (Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería Industrial, Ecuador). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/501> [Consulta: 20 de setiembre de 2018].

Santoyo, I. (2013). Diagrama de Ishikawa [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2QGd2C8> [Consulta: 18 de setiembre de 2018].

Serpell, A., Verbal, R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas balance. Revista Ingeniería de Construcción, 9, 1 – 16. Recuperado de <https://bit.ly/2RLCOVq> [Consulta: 16 de setiembre de 2018].

Shapira, A., Elbaz, A. (2014). Tower crane cycle times: case study of remote-control versus cab-control operation. Journal of Construction Engineering and Management, 140, 1 – 12.

DOI: [http://doi/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000904](http://doi/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000904)

Soriano, M. (30 de agosto de 2018). Jefe de propuestas en De Vicente Constructora. Entrevista de A. Manrique y J. Samán [Comunicación personal].

Sudie, S. (2017). Initial analysis, planning and calculation of vertical delivery in high-rise building construction. Periodica Polytechnica Architecture, 48, 89 – 92.

DOI: <http://doi.org/10.3311/PPar.10833>

Vilca, M. (2014). Formato de carta balance del proceso de tarrajeo [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2QAEfWu> [Consulta: 18 de setiembre de 2018].

Villegas, C. (2010). Detalle típico de losa aligerada sistema convencional [Figura]. Recuperado de <https://bit.ly/2RMshta> [Consulta: 7 de octubre de 2018].

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta para proyectos que cuentan con grúa torre

ENCUESTA DE GRÚA TORRE

Carrera de Ingeniería Civil
UPC

Proyecto: _____ Distrito: _____ N° pisos: _____

Proveedor: _____ Altura de grúa: _____ Longitud de pluma: _____

Costo mensual: _____ Carga máxima: _____ Carga mínima: _____

1. ¿Se realiza mediciones de productividad de la grúa torre en este proyecto? SI ☐ NO ☐

2. ¿Se han realizado mediciones en los proyectos que ha participado? SI ☐ NO ☐

3. ¿Considera que la grúa es eficiente o se puede mejorar? SI ☐ NO ☐

¿Qué tanto podría mejorar? _____

4. ¿Cuál es el principal problema de esperas con la grúa torre? _____

5. ¿Qué características se definieron para escoger la grúa torre del proyecto? _____

6. ¿Desde qué etapa del proyecto se colocó la grúa torre? _____

7. ¿En cuántos proyectos con grúa torre ha participado? _____

Nombre del Ingeniero: _____

Fecha: ____ / ____ / 2018

Anexo 2: Organigrama del proyecto “Residencial Huiracocha”

Anexo 3: Layout del proyecto “Residencial Huiracocha”

Anexo 4: Resultados de las mediciones diarias del proyecto “Residencial Huiracocha”

Día 1: lunes 01/10/18

Día 2: viernes 05/10/18

Día 3: lunes 15/10/18

Comentarios de campo:

- Los fierros se demoran en colocar todo el acero que se trasladará, por lo que el proceso de acero se vuelve muy lento.
- Se colocó una parrilla de acero con malla en el área libre la oficina, proceso que demoró 50 minutos aproximadamente.

Día 4: viernes 19/10/18

Día 5: viernes 29/10/18

Comentarios de campo:

- El rigger 2 no asistió a trabajar, se colocó un oficial como rigger.
- Para el traslado de ladrillos sílico calcáreo se utilizó la jaula del proveedor, lo cual era más óptima de utilizar.
- El rigger 1 amarra muy lento el material de andamio.
- Se ancló una pequeña estructura metálica al techo del segundo piso que sirvió como punto de descarga de ladrillo.
- La grúa tuvo 46% de TP entre las 9:00 am y 10:00 am al trasladar ladrillo sílico calcáreo de la calle al área libre más cercana.

Anexo 5: Organigrama del proyecto “Nossa”

Anexo 6: Layout del proyecto “Nossa”

Anexo 7: Resultados de las mediciones diarias del proyecto “Nossa”

Día 1: lunes 04/02/19

Día 2: miércoles 06/02/19

Día 3: viernes 08/02/19

Comentarios de campo:

- No hubo combustible para la grúa por 30 minutos aproximadamente.
- El rigger 2 se demora en retirar la jaula de ladrillos porque tiene que colocar las uñas (bases) con la jaula suspendida en el aire.

- La grúa se encarga de trasladar la manguera a la zona en que se vaciará el concreto.

Día 4: lunes 11/02/19

Día 5: martes 12/02/19

Comentarios de campo:

- El rigger 2 no asistió a trabajar, se colocó un operario como rigger.
- Para el traslado de ladrillos sílico calcáreo se utilizó la jaula del proveedor, lo cual era más óptima de utilizar.
- El rigger 1 amarra muy lento el material de andamio.
- Los fierreros se demoran en colocar todo el acero que se trasladará, por lo que el proceso de acero se vuelve muy lento.
- Se ancló una pequeña estructura metálica al techo del segundo piso que sirvió como punto de descarga de ladrillo.
- La grúa tuvo 46% de TP entre las 9:00 am y 10:00 am al trasladar ladrillo sílico calcáreo de la calle al área libre más cercana.

Anexo 8: Organigrama del proyecto “Enjoy”

Anexo 9: Layout del proyecto “Enjoy”

Anexo 10: Resultados de las mediciones diarias del proyecto “Enjoy”

Día 1: jueves 14/02/19

Día 2: viernes 15/02/19

Día 3: lunes 18/02/19

Comentarios de campo:

- La grúa utilizaba el basculante para eliminar material de desmote.
- Se demoró aproximadamente 10 minutos en transportar la malla de seguridad anti caídas.
- La cuadrilla de acero interviene en el izaje de las columnas pre armadas.

Día 4: martes 19/02/19

Día 5: miércoles 20/02/19

Comentarios de campo:

- El proceso de izaje de la columna pre armada dura entre 30 a 40 minutos aproximadas en transportarla y realizar el empalme.
- Las esperas se generan debido a la coordinación de que material se van a transportar.

Anexo 11: Relación de personas a las cuales se les ha realizado la encuesta

Encuestados	Cargo	Empresa
Oscar Martínez	Gerente General	AGRUMAQ
Luis Ramírez	Gerente de Operaciones	ETAC
Ricardo Jara	Gerente de Operaciones	J.E
Rodney Amacifuen	Ing. Residente	LIDER
Ricardo Castillo	Ing. Residente	DVC
Aldo Cerna	Ing. Residente	CODECON
Jorge Flores	Ing. Residente	E & F
Edmundo Tejada	Ing. Residente	INCOT
Jorge Vilcapoma	Ing. Residente	COSAPI
Omar Samán	Ing. Producción	AESA
Jordan Izquierdo	Ing. Producción	E & F
Victoria Montero	Ing. Producción	INCOT
Jonathan Balta	Ing. Producción	LIDER

Anexo 12: Encuestas realizadas

Carrera de Ingeniería Civil
 UPC

ENCUESTA

Proyecto: _____ Distrito: _____ N° pisos: _____
 Etapa actual: _____ Sistema constructivo: _____

Ing. Residente ☐	Operador cabina ☐	Proveedor ☒
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

- ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐
- ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐
- ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☐ NO ☒

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? _____
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES PREVIO A SU DESCARGA.

6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?
REALIZAR UNA BUENA PLANIFICACION SEMANAL.

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

Nombre: OSCAR MARTINEZ
 Fecha: 23 / 04 / 2019

AGRUMAQ
 Oscar Martinez Castro
 Gerente General

ENCUESTA

Carrera de Ingeniería Civil

UPC

Proyecto: _____

Distrito: _____

N° pisos: _____

Etapas actual: _____

Sistema constructivo: _____

Ing. Residente ☐

Operador cabina ☐

Proveedor ☒

Ing. Producción ☐

Operador campo ☐

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐

2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐

3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐

4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐

5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? EN EL DISEÑO EL CORRECTO USO DE LOS ANCAJES Y SUS VELOCIDADES

6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

USO DE RIGGERS RUDOS PARA EL RIGGER PRINCIPAL Y OPERADOR DE GT.

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

SE PODRÍA INCLUIR UN POCO DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE LA GT. COMO POR EJEMPLO, VIENTO A TIEMPA, CORTACORTES, CERCANÍA A TORRES DE MODIA, O ALTA TENSIÓN, ETC.

Nombre: Luis Ramirez

Fecha: 4 / 05 / 2019

ENCUESTA

Proyecto: COLEGIO DE ING.Distrito: SAN ISIDRON° pisos: 8Etapa actual: ACABADOSSistema constructivo: ADAPTADO CONVENCIONAL

Ing. Residente ☐	Operador cabina ☐	Proveedor ☒
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐

2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐

3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐

4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐

5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☐ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? ATS, CHECK LISTAL INICIO DE JORNADA, PERMISO IZAJE Y PERMISO TAA BAJO EN ACTUA.

6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

CONTROL PERMANENTE DE SEGURIDADCONTRA BALANCE DIARIA

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

REEMPLAZAR EN IMPORTANCIA AL INSPECTOR DE SEGURIDAD POR EL DE CALIDADNombre: ING. RICARDO JARAFecha: 17/05/2019

ENCUESTA

Proyecto: Colegio San Silvestre
Etapa actual: Casco

Distrito: Miraflores N° pisos: 3
Sistema constructivo: Logística Prefabricada

Ing. Residente ☒	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al Manual Instructivo previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐
2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐
3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el diagrama de flujo del Manual Instructivo? SI ☒ NO ☐
4. ¿Considera que el presente Manual Instructivo aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐
5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el diagrama de flujo? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? Definir para el proceso la responsabilidad de cada rigger para adecuar el flujo de acuerdo a su ubicación

6. Además de la programación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del Manual Instructivo), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

Implementar el uso de rigger profesional para la cuadrilla, e implementar plataformas de izaje en volado para mejorar la maniobra.

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al Manual Instructivo? ¿Qué más le agregaría?

Medidas de prevención en seguridad de acuerdo a la Norma 650

Nombre: Ricardo Castillo V.

Fecha: 21 / 05 / 2019

ENCUESTA

Proyecto: Residencia Mendive 642 Distrito: Miraflores N° pisos: 7 + 3 sótanos
 Etapa actual: CASCO (SARVESTEXCUBA) Sistema constructivo: Acotado

Ing. Residente ☒	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐
2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☐ NO ☒
3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el diagrama de flujo del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐
4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐
5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el diagrama de flujo? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? El capataz debe supervisar el material, el rigger 1 debe encargarse de la maniobra hasta que capture el izaje y continuar con el rigger 2 hasta finalizar el proceso.

6. Además de la programación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

Aumentar un juego de cables para asegurar la carga mientras se realiza la maniobra. 2 juegos de cables para cada involucrado en caso de emergencia (falta a unidad de maniobra).
Revisar el V.B. del ingeniero de calidad y que este evalúe los criterios a considerar el rigger 2.
 7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?
- Colocación de vientos para que los riggers no manipulen la carga en el aire directamente sino apoyados considerando un radio seguro. Entregar a los involucrados un planeo en los radios y la capacidad dependiendo del diagrama de cargas. La firma del anexo 11.2 debe realizarse por grupo de paquetes y reemplazar al Ing. de Calidad por el de seguridad.

Nombre: ALDO CERNA

Fecha: 28 / 05 / 2019

ALDO CERNA SANTA MARIA
 RESIDENTE DE OBRA
 CODECON INGENIERIA
 Y CONSTRUCCION S.A.C.

ENCUESTA

Proyecto: LUMO Distrito: MIRAFLORES N° pisos: _____
 Etapa actual: ESTRUCTURAS Sistema constructivo: APLICADO

Ing. Residente ☒	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐
2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐
3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐
4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐
5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? CHECK LIST DE EQUIPOS Y
ACCESORIOS REVISADOS Y VALIDADOS POR FRECUENCIA DE RIESGOS

6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

ME PARECE ADECUADO

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

COMO RECOMENDACION INDICARIA QUE SIEMPRE EXISTA
COMO MINIMO 2 JUEGOS DE ESLINGAS, PARA QUE CUANDO
SE ESTE TRASLADANDO LA 1ª CARGA, LA 2ª SE ESTE ASEGURANDO.

Nombre: JORGE FLORES

Fecha: 27 / 04 / 2019

ENCUESTA

Proyecto: Nueva Sede MINAGRI Distrito: JESUS MORA N° pisos: 13
Etapa actual: En ejecución de Estructuras Sistema constructivo: Convencional

Ing. Residente ☒	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al Manual Instructivo previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐
2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐
3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el diagrama de flujo del Manual Instructivo? SI ☒ NO ☐
4. ¿Considera que el presente Manual Instructivo aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐
5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el diagrama de flujo? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? Considero importante contar con un coordinador, que planifique a diario las actividades de la grúa.

6. Además de la programación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del Manual Instructivo), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

Recomendar un orden y tratar de cumplir las actividades programadas. No improvisar.

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al Manual Instructivo? ¿Qué más le agregaría?

Implementar con un formato de actividades, debidamente autorizado por el Ing° de Producción y/o Residente, luego de realizar la programación de actividades.

Nombre: Edmundo Tejeda Salinas
CTP 3514
Fecha: 05 / 06 / 2019

INCOT S.A.C.
0000-0000-00000000
ING. EDMUNDO TEJEDA SALINAS
INGENIERO REGISTRADO
CTP 3514

ENCUESTA

Proyecto: Hotel AttonDistrito: MirafloresN° pisos: 22Etapa actual: acabadoSistema constructivo: aportado con los patrones

Ing. Residente ☒	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☐	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☐ NO ☐De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? Sugiero agregar una actividad de coordinación inicial para el jornal6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?sistema de comunicación y coordinación7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?considerar transportes continuos, paradas, subcargas y mal cargadosNombre: Jorge VilcapomaFecha: 30/04/2019

CIP: 191345

ENCUESTA

Proyecto: Residencia Pauranic Distrito: San Miguel N° pisos: 18
Etapa actual: Entregado Sistema constructivo: Tradicional

Ing. Residente ☐	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☒	Operador campo ☐	

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

- ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades?
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2.
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**?
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?
SI ☒ NO ☐
- ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma?
SI ☐ NO ☒

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría?

- Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

- ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

Nombre: Omar Alfredo Samán Rosales
Fecha: 27/04/2019

ENCUESTA

Carrera de Ingeniería Civil
UPC

Proyecto: Luno

Distrito: Miraflores

N° pisos: 6

Etapa actual: Caso

Sistema constructivo: Apilado

Ing. Residente ☐

Operador cabina ☐

Proveedor ☐

Ing. Producción ☒

Operador campo ☐

En base al **Manual Instructivo** previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades? SI ☒ NO ☐

2. ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2. SI ☒ NO ☐

3. ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el flujograma del **Manual Instructivo**? SI ☒ NO ☐

4. ¿Considera que el presente **Manual Instructivo** aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre? SI ☒ NO ☐

5. ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el flujograma? SI ☒ NO ☐

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría? Al inicio de jornada revisión de cables, vientos

6. Además de la planificación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del **Manual Instructivo**), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

El proceso de izaje es más productivo al realizar señalizaciones similar carga laboral para no tener sobrecarga y/o tiempo muerto

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al **Manual Instructivo**? ¿Qué más le agregaría?

Indicar los procesos de seguridad (ATS, check list, revisión de equipo) ; agregar al área de calidad revisar los certificados de cada elemento y/o equipo y validación de protocolos

Nombre: Jordan Iturza

Fecha: 26 / 04 / 2019

CIP: 206912

ENCUESTA

Carrera de Ingeniería Civil

UPC

Proyecto: MINAGRI

Distrito: Jesus Maria

N° pisos: 13 + 3 Sótanos

Etapas actuales: Obra Gruesa - Piso 10
Obra Húmeda - Piso 6

Sistema constructivo: Sistemas Convencionales / Estructuras de
Concreto Armado / "Lajas Aligeradas + Nervios" y Aligerados
Concretados

Ing. Residente ☐	Operador cabina ☐	Proveedor ☐
Ing. Producción ☒	Operador campo ☐	

En base al Manual Instructivo previamente leído, responder a las siguientes preguntas:

- ¿Considera necesario que exista una cuadrilla de grúa para el proceso de izaje, que cuente con una reunión al inicio de las actividades?
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que se designe a un encargado de la cuadrilla de grúa para que controle el proceso de izaje? Ejemplo: rigger 2.
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera necesario que exista una secuencia de actividades definidas para el proceso de izaje, como se presenta en el diagrama de flujo del Manual Instructivo?
SI ☒ NO ☐
- ¿Considera que el presente Manual Instructivo aumentaría la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?
SI ☒ NO ☐
- ¿Cambiaría algo en el proceso de izaje presentado en el diagrama de flujo?
SI ☐ NO ☒

De ser SI, ¿qué actividades o puntos de control añadiría?

6. Además de la programación diaria o del juego de accesorios para cada rigger (ambos puntos acotados en las consideraciones del Manual Instructivo), ¿qué otros métodos aplicaría para aumentar la productividad del proceso de izaje de materiales con grúa torre?

Distribuir e informar a los rigger + operador los cronogramas de llegada de
materiales.

7. ¿Qué comentarios u observaciones tiene respecto al Manual Instructivo? ¿Qué más le agregaría?

El manual instructivo se encuentra bastante completo y tal cual se usará trabajando en
obra, solo agregaría que en este tipo de trabajos la coordinación y el trabajo en
equipo es básico para aumentar la productividad.

Nombre: Victoria M. Montero Sena

Fecha: 29 / 05 / 2019