



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

APLICACIÓN DE CONCEPTOS LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DEL DISTRITO DE SURCO 2021

Línea de Investigación:

Construcción Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Territorio

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Rojas Vargas, Javier Valentín

Asesor:

Arévalo Vidal, Augusto Samir (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

Jurado:

Tello Malpartida, Omart Demetrio Ramos Flores, Miguel Angel Evelyn Estefany, Ayquipa Quispe

Lima-Perú

2023

DEDICATORIA

El presente estudio está dedicado a mis padres, a mi madre que durante muchos años estuvo a mi lado alentándome a sobresalir, levantándome de mis caídas y disfrutando de mis logros. A mi padre, que está en el cielo, quien me inculcó buenos valores y me protegió desde pequeño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber aceptado mi propuesta de realizar este estudio y darme la salud para poder conseguir este objetivo. Así como también doy gracias a la Universidad Nacional Federico Villarreal, especialmente a los miembros de la Facultad de Ingeniería Civil por compartir sus conocimientos y experiencia en esta bonita carrera.

ÍNDICE

I. I	NTR(ODUCCION	13
1.1	De	escripción y formulación del problema	14
	1.1.1	Descripción del problema	1.4
	1.1.2	Problema general	
		e e e e e e e e e e e e e e e e e e e	
	1.1.5	Trootemus Especificos	13
1.2		ntecedentes	
1.3	Ob	ojetivos	19
j	1.3.1	Objetivo General	19
j	1.3.2	Objetivos Específicos	
1.4	In	stificación	20
1.4		pótesis	
1.5	111	potesis	
j	1.5.1	Hipótesis General	21
j	1.5.2	Hipótesis Específicos	21
II. M	IARC	CO TEÓRICO	22
2.1		ses teóricas sobre el tema de investigación	
	2.1.1	Definiciones	
	2.1.2	Edificio Multifamiliar	
	2.1.3	Sistema Estructural	
	2.1.4	Productividad de la mano de obra	
	2.1.5	Constructabilidad	
4	2.1.6	Benchmarking	29
III. M	IÉTO	DDO	44
3.1	Tir	po de investigación	11
3.2		nbito temporal y espacial	
3.2	7 11	nono temporar y espaciar	ТТ
	3.2.1	Ámbito temporal:	
Ĵ	3.2.2	Ámbito espacial:	44
3.3	Va	ariables	45
j.	3.3.1	Variable independiente:	45
	3.3.2	Variable dependiente:	
3.4	Po	bblación y muestra	45
<u>.</u>	3.4.1	Población	
	3.4.2	Muestra	

3.5 Instrumentos	46
3.6 Procedimientos	47
3.6.1 Procedimiento Constructivo	47
3.6.2 Procesos realizados mediante el concepto Benchmarking	
3.6.3 Procesos realizados mediante el concepto Constructabilidad	
3.7 Análisis de datos	87
3.7.1 Estadística Descriptiva	87
3.7.2 Estadística Inferencial – Prueba de Hipótesis	
IV. RESULTADOS	94
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	113
VI. CONCLUSIONES	116
VII. RECOMENDACIONES	117
VIII. REFERENCIAS	118
IX. ANEXOS	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curvas de Productividad realizadas en base al ejemplo 2	8
Figura 2 Ejemplo de gráfico para análisis de TC y TNC usando el NGA	36
Figura 3 Ejemplo de gráfico para el análisis general de los trabajos	36
Figura 4 Identificación y clasificación de las tareas de una partida	38
Figura 5 Ejemplo de distribución del tiempo de la cuadrilla según TC y TNC	43
Figura 6 Ejemplo de distribución General del tiempo de la cuadrilla	43
Figura 7 Plano de Ubicación	45
Figura 8 Sectorización de los sótanos	47
Figura 9 Sectorización de la torre	47
Figura 10 Colocación de acero en muro perimetral	48
Figura 11 Encofrado de muro perimetral	49
Figura 12 Vaciado de placa de escalera	49
Figura 13 Armado de encofrado para previgas	50
Figura 14 Colocación de Previga	50
Figura 15 Colocación de acero negativo	51
Figura 16 Vaciado de losa	51
Figura 17 Interfaz de asistentes en la aplicación ibuilder Worker	55
Figura 18 Interfaz de ausentes en la aplicación ibuilder Worker	56
Figura 19 Curvas de productividad de Habilitación de acero	59
Figura 20 Curvas de productividad de Armado y colocación de acero de verticales	60
Figura 21 Curvas de productividad de Armado y colocación de acero de horizontal	les. 61
Figura 22 Curvas de productividad de encofrado de columnas y M.C.A	62

Figura 23 Curvas de productividad de encofrado de placas	63
Figura 24 Curvas de productividad apuntalamiento de prelosas	64
Figura 25 Curvas de productividad apuntalamiento de prelosas	65
Figura 26 Curvas de productividad apuntalamiento de vigas	66
Figura 27 Curvas de productividad de vaciado de concreto en columnas	67
Figura 28 Curvas de productividad de vaciado de M.C.A y placas	68
Figura 29 Curvas de productividad de instalación de prelosas	69
Figura 30 Curvas de productividad de instalación de previgas	70
Figura 31 Análisis de datos de TC y TNC (primera toma de datos)	75
Figura 32 Distribución según el tipo de trabajo (primera toma de datos)	76
Figura 33 Análisis de datos de TC y TNC (última toma de datos)	79
Figura 34 Distribución según el tipo de trabajo (última toma de datos)	80
Figura 35 Organigrama de la empresa	83
Figura 36 Verificación de detalle en modelo	85
Figura 37 Esquema de Programa Probeco	86
Figura 38 Resumen de resultados de los NGA	95
Figura 39 Evolución del COVID-19 (2020 -2021)	96
Figura 40 NGA promedio de la obra	98
Figura 41 Actividades en la colocación de acero en losas aligeradas y macizas	100
Figura 42 Tipos de trabajo en la colocación de acero en losas aligeradas y maciza	s . 100
Figura 43 Trabajos contributorios en colocación de acero en losas	100
Figura 44 Análisis de una cuadrilla en colocación de acero en losas	100
Figura 45 Trabajos no contributorios en la colocación de acero en losas	100

Figura 46 TC en una cuadrilla de colocación de acero en losas	101
Figura 47 TNC en una cuadrilla de colocación de acero en losas	101
Figura 48 Actividades en el Encofrado de columna y M.C.A	104
Figura 49 Tipos de trabajo en Encofrado de Columnas	104
Figura 50 Trabajos contributorios en Encofrado de columnas y M.C.A	1045
Figura 51 Trabajos no contributorios en Encofrado de columnas y M.C.A	1045
Figura 51 Trabajos no contributorios en Encofrado de columnas y M.C.A	105
Figura 52 Análisis de una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A	1056
Figura 53 TC en una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A	1056
Figura 54 TNC en una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A	1067
Figura 55 Actividades en el vaciado de losa	109
Figura 56 Tipos de trabajo en el vaciado de losa	109
Figura 57 Trabajos contributorios en el vaciado de losa	109
Figura 58 Trabajos no contributorios en el vaciado de losa	109
Figura 59 Análisis de una cuadrilla en el vaciado de losa	1101
Figura 60 TC de la cuadrilla de vaciado de losa	1101
Figura 61 TNC de la cuadrilla de vaciado de losa	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ejemplo de ISP	32
Tabla 2 Datos para el desarrollo del ejemplo 2	33
Tabla 3 Ejemplo de llenado de formato	35
Tabla 4 Ejemplo de formato para la toma de datos de la carta balance	39
Tabla 5 Ejemplo de formato que acompaña a la medición de la carta balance	40
Tabla 6 Distribución del tiempo en la cuadrilla de encofrado por obrero	42
Tabla 7 Porcentaje de incidencia de las especialidades	52
Tabla 8 Porcentaje de incidencia de las partidas	53
Tabla 9 Llenado del parte diario	54
Tabla 10 Registro de los rendimientos y velocidades por día	57
Tabla 11 Curva de productividad por día de la semana 9	58
Tabla 12 ISP de Habilitación de Acero	59
Tabla 13 ISP de Armado y colocación de acero de verticales	60
Tabla 14 ISP de Armado y colocación de acero de horizontales	61
Tabla 15 ISP de encofrado de columnas y M.C.A.	62
Tabla 16 ISP de encofrado de placas de ascensor.	63
Tabla 17 Apuntalamiento de prelosas	64
Tabla 18 Encofrado de escaleras	65
Tabla 19 ISP de Apuntalamiento de vigas	66
Tabla 20 ISP de vaciado de concreto en columnas	67
Tabla 21 ISP de Vaciado de concreto en M.C.A y placas	68
Tabla 22 ISP de instalación de prelosas	69

Tabla 23 ISP de instalación de previgas.	70
Tabla 24 Primera toma de datos para el NGA (12.02.21)	72
Tabla 25 Cálculo de porcentajes de TC y TNC (primera toma de datos)	74
Tabla 26 Última toma de datos para el NGA (07.05.21)	77
Tabla 27 Cálculo de porcentajes de TC y TNC (última toma de datos)	79
Tabla 28 Toma de muestra para cartas balance en encofrado de verticales	81
Tabla 29 Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis General	88
Tabla 30 Tabla de resultado de la prueba chi-cuadrada para la Hipótesis General	89
Tabla 31 Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 1	89
Tabla 32 Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 1	90
Tabla 33 Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 2	91
Tabla 34 Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 2	91
Tabla 35 Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 3	92
Tabla 36 Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 3	93
Tabla 37 Rendimientos y velocidades promedio de la obra	94
Tabla 38 Cálculo de HH's ganadas	96
Tabla 39 Impacto del Covid-19.	97
Tabla 40 Carta balance- Acero en losas aligeradas y macizas	99
Tabla 41 Carta balance- Encofrado de columna y M.C.A	. 103
Tabla 42 Carta balance en vaciado de losas	. 108

RESUMEN

El objetivo de la tesis es aplicar los conceptos de Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021. La investigación por propósito es aplicada, por enfoque es cuantitativa, el nivel es explicativa y el diseño es no experimental. Para el estudio de la constructabilidad se tomó una encuesta para la recolección de datos. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal en campo. La población está compuesta por la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de los edificios multifamiliares que están conformados por 8 hasta 10 pisos utilizando el sistema estructural dual en el distrito de Surco. Como resultados, en la aplicación del Benchmarking y sus herramientas como el Informe Semanal de Producción (ISP), se obtuvo rendimientos de partidas para la especialidad de estructuras entre las que se encuentra el Apuntalamiento de Prelosas Aligeradas y Macizas, instalación de prelosas y previgas, entre otros. En la aplicación del Nivel General de Actividades (NGA), se obtuvo un promedio del tipo de trabajo en obra de 39.96% en trabajo productivo (TP), 36.46% de trabajo contributorio (TC) y 23.57% de trabajo no contributorio (TNC), logrando un incremento de 11.75% de TP, 4% de TC y una disminución de 15.75% de TNC desde el inicio hasta el final de la construcción del casco del sótano y la torre. Así como también se elaboró un programa para poner en práctica los conceptos de Benchmarking y Constructabilidad desde la fase de Concepción hasta la fase de construcción. En conclusión, la constructabilidad tiene una incidencia alta en la productividad de la mano de obra y el benchmarking permitió obtener y registrar una ganancia total de 2,634.66 HH's.

Palabras claves: Productividad de la mano de obra, Benchmarking, Constructabilidad, rendimientos, informe semanal de producción, nivel general de actividades, cartas balance.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to apply Lean Construction concepts to improve the workforce productivity in a multifamily project in the district of Surco in the year 2021. The type of focus of this research is quantitative the level is explanatory and the design is non - experimental. For the study of constructability, a survey was taken. In addition, for the application of the benchmarking concept, data was collected longitudinally in the field. The population is composed of the workforce that works in the structure items of the multifamily buildings that are made up of 8 to 10 floors using the dual structural system in the district of Surco. As results, in the application of benchmarking and its tools such as the Weekly Production Report (WPR), it was obtained from items for the specialty of structures, among which is the slab shoring, installation of precast slabs and precast beams, among others. In the application of the General Level of Activities (GLA), an average of the type of work of 39.96% in productive work (PW), 36.46% of contributory work (CW) and 23.57% of non -contributory work (TNC), was obtained, achieving an increase of 11.75% PW, 4% CW and a 15.75% decrease in TNC from the beginning to the end of the construction of the basement helmet and the tower. As well as, a program was developed to put into practice the concepts of benchmarking and constructability from the Concepción phase to the construction of the project. In conclusion, the constructability has a high incidence in the workforce productivity, while the benchmarking allowed to obtain and register a total gain of 2,634.66 HH's.

Keywords: workforce productivity, benchmark, constructability, rates, general level of activities, balance cards and weekly production report.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación está basada en un proyecto de vivienda multifamiliar de 9 pisos, 4 sótanos y una azotea, en el distrito de Surco, el cual tuve el agrado de participar para una empresa conocida cuyos datos es información reservada. Este tipo de edificaciones se construyen con mayor frecuencia en Lima Centro (La Victoria, Lima Cercado, Rímac y Breña), Lima Moderna (Jesús María, Pueblo Libre, Lince, San Miguel, Surquillo y Magdalena), Callao, Lima Este (Lurigancho, Ate, El Agustino y Chaclacayo), sin embargo, para Lima Top (Surco, San Borja, La Molina, Miraflores, San Isidro y Barranco) no están frecuente ya que se construye edificios de 7 pisos en promedio según CAPECO (2020). En este tipo de edificios es muy importante contar con un buen modelo para la gestión de la producción y ante el escenario de la Pandemia del COVID-19 se hizo más importante. Si bien es cierto hay empresas que cuentan con cierta planificación para la ejecución de las partidas, todavía hay carencia de tener un control en obra, así como también de administración de los conocimientos de los participantes del proyecto para evocarlas en las distintas fases del proyecto. Ante ese problema, esta investigación aplicará conceptos Lean Construction para que el proyecto en su construcción cumpla con los plazos establecidos en su planificación y genere mayor rentabilidad. Por otro lado, el presente estudio está estructurado en 9 capítulos. El primer capítulo contiene los problemas a tratar, los antecedentes, los objetivos y las hipótesis. Además, en el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico en donde ese encuentra los conceptos y metodologías relacionadas al estudio en cuestión. Así mismo en el tercer capítulo estará la información relacionada al método de investigación en donde se encuentra el tipo de investigación, el ámbito espacial y temporal, las variables, la población, la muestra, los instrumentos y los procedimientos. Finalmente, en el cuarto, quinto, sexto, sétimo, octavo y

noveno capitulo se hallan los resultados, la discusión de resultados, las conclusiones, las recomendaciones y los anexos respectivamente.

1.1 Descripción y formulación del problema

1.1.1 Descripción del problema

A nivel mundial, la baja productividad de la mano de obra en la industria de la construcción, es un problema que viene mejorando lentamente. De acuerdo al reporte de Barbosa et al. (2017), la productividad subió un 1% en el transcurso de los últimos 20 años comparado con el crecimiento de la economía mundial el cual fue un 2.8% y un 3.6% para el caso de la manufactura.

En Latinoamérica, algunos conceptos del Lean Construction, como constructabilidad, son poco conocidos. Como indica Ardila (2018) en su tesis, en Bogotá el término constructabilidad es conocido por muy pocos y es por ello que no la aplican prácticamente en dicha ciudad. De lo anteriormente mencionado, al no conocer del proceso que implica la constructabilidad se pierden de las mejoras que se pueden hacer en las distintas fases del proyecto, incidiendo en la productividad de la mano de obra en la fase de ejecución del proyecto.

En Perú, la baja productividad de la mano de obra sigue siendo un problema y se le atribuye al uso de sistemas de control obsoletos e incluso en algunas obras no los usan. Vargas (2017) en su estudio menciona que teniendo como predisposición la mejora de la productividad de la mano de obra en la construcción aún seguimos utilizando los métodos convencionales para la planificación y control de obras en nuestro país lo que hace que sigamos teniendo las mismas deficiencias (p.10)

En base a mi experiencia en obras donde he participado, pude observar que la mano de obra presentaba deficiencias en cuanto a productividad. Las consecuencias que este problema trae son pérdidas económicas para la empresa y de seguir así podría quebrar, generando desempleo.

Esta investigación aportará en el estudio de la productividad de la mano de obra mediante la aplicación de conceptos Lean Construction brindando un programa que contengan los conceptos Benchmarking y Constructabilidad para su aplicación, además de proporcionar indicadores que puedan ser usados como referencia para otras futuras investigaciones y presupuestos de obras.

1.1.2 Problema general

¿La aplicación de conceptos Lean Construction mejoró la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?

1.1.3 Problemas Específicos

- a). ¿En qué medida la constructabilidad incide en la mejora de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?
- b). ¿De qué manera el benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?
- c). ¿Qué pasos a seguir para la elaboración del programa "Probeco" en base a los conceptos de constructabilidad y benchmarking para aplicarlo a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?

1.2 Antecedentes

Ghio (2001) dirigió una investigación sobre la productividad de la mano de obra en 50 proyectos de Lima. En este estudio usó el principio del Benchmarking, el cual lo define como la comparación periódica de la empresa tanto dentro como fuera de ella, en el que tuvo como conclusión que solo el 28% del tiempo invertido por el obrero en los trabajos que realiza, son trabajos productivos (TP). Agregando a lo anterior, tanto los trabajos contributorios (TC), como los no contributorios (TNC) dieron como resultado 36% del tiempo del trabajador, en base a ello el autor concluye que ambos tipos de trabajos consumen más tiempo que las actividades productivas. Incluso, determinó que los obreros dedican el 27 % de su tiempo a labores como transportes y viajes. Además, en la investigación indica que las obras de construcción en Lima, no superan el 38% en trabajos productivos. Con respecto a la constructabilidad, menciona que varios proyectos en todo el mundo se han venido beneficiándose gracias a la aplicación de este proceso en la etapa de diseño. Pasado dos años, se publicaron investigaciones en otros países como en Colombia, en donde Botero y Álvarez obtuvieron 37% en TP, 36 % en TC y 27% en TNC. Ese mismo año, Serpell realizó estudios en Chile y calculó un 47% en TP, 28% en TC y 25% en TNC.

Caña y Escajadillo (2006) estudiaron la productividad de la mano de obra en 26 obras de Lima, en base este estudio pudo realizar el Benchmarking entre estas obras, obteniendo que el tiempo invertido de la mano de obra en labores productivas es 30%. Además, apreciaron que un 32 % del tiempo lo destina a transportes y viajes, lo que significa que le dedican un poco más de tiempo a estas actividades que a los trabajos productivos. Adicionalmente, tuvo como resultados 44 % en trabajos contributorios y 25 % en trabajos no contributorios, en otras palabras, el tiempo dedicado a los trabajos contributorios es mayor que el tiempo dedicado a trabajos productivos. Por

otra parte, el máximo porcentaje en trabajo productivo obtenido de las obras analizadas fue de un 41%.

En México, Espinosa (2009) tuvo como objetivo fue proporcionar 8 pasos para la implementación de la constructabilidad ya que según el autor el 53% de las empresas conoce el concepto de constructabilidad, sumada a ello, carecen de un modelo para implementarla al 100%. El autor realizó encuestas a diversas empresas, teniendo como resultado que 80% de empresas utilizan análisis de experiencias previas como técnica de constructabilidad, 13% usan modelos a escala y 7% formatos de proyecto y análisis FODA. En esa misma línea, el 60% de las empresas hacen un análisis constructabilidad en la etapa de planeación conceptual, que es una etapa dentro del proceso de diseño. Agregando a ello, el 100 % de las personas encuestadas opinan que los ingenieros de construcción deben involucrarse en la fase de diseño de un proyecto y el 93% indicó que los diseñadores como Arquitectos, ingenieros estructurales y eléctricos, debían de involucrarse en la etapa de construcción del proyecto. En cuanto a conclusiones, el autor sostiene que utilizar criterios de constructabilidad en el proceso de diseño, permite hacer un ahorro del tiempo y dinero. Adicionalmente indica que las encuestas realizadas permitieron elaborar criterios de diseño, debido a que preguntarle directamente a los involucrados fue la mejor manera de conocer sus necesidades.

Padilla (2016) realizó su investigación sobre la productividad de la mano de obra para algunos procesos constructivos en Costa Rica. Analizó diversas partidas, una de ellas fue la partida de colocación de viguetas prefabricadas que tuvo como rendimiento de 0.338 HH's/m2, en cuanto a colocación de concreto en losas de entrepiso obtuvo 0.879 HH's/m3, para el armado de acero un rendimiento de 0.089 hh/kg, la colocación de acero en viga lo calculó en 0.041 hh/kg y el encofrado de viga tuvo un rendimiento de 0.624 hh/m2. Finalmente, concluye que se dedicó mucho

tiempo a actividades como acarreo de materiales y herramientas que terminaron perjudicando la productividad de la mano de obra y los rendimientos.

Florez (2018) elaboró una investigación que tuvo como objetivo aplicar herramientas Lean Construction para el seguimiento y control de las partidas durante la etapa de construcción de un proyecto para la empresa B&A Ingeniería y Construcciones, se aplicó herramientas como carta balance, con el fin de identificar y reducir las pérdidas encontradas en las partidas. La muestra fue la mano de obra para la construcción del proyecto Planta de Beneficio Avícola en el municipio de Cereté-Colombia. Los instrumentos que se usó fueron formatos para la recopilación de datos y diagramas causa - efecto. En cuanto a los resultados, obtuvo que el 42% fue de tiempo productivo, el 33% de tiempo contributorio y el 25% en tiempo no contributorio. De acuerdo a los resultados encontrados, el autor indica que la cuarta parte del tiempo el trabajador no está realizando alguna actividad que aporte valor a la obra por lo que terminaría incidiendo negativamente en los costos del proyecto.

Zulay y Mariano (2019) llevaron a cabo una investigación acerca de las lecciones aprendidas mediante la aplicación de la constructabilidad en un proyecto de viviendas masivas en Venezuela. El objetivo de la investigación fue dar a conocer las lecciones aprendidas más relevantes que dejó la implementación de la constructabilidad en etapas de planificación, diseño y adquisiciones. A nivel de Planificación indicaron que la planificación multidisciplinaria es muy beneficiosa debido a que se llega a mostrar distintos puntos de vista y reduce las modificaciones que se tuvieran que hacer en la construcción del proyecto, otra lección aprendida que aporta en este nivel, es el uso de modelos 3D, 4D y tablets como apoyo al área constructiva ya que permitirán en algunos casos dar a conocer respuestas más precisas y ágiles a los detalles que se requiera. En el nivel de diseño mencionan que se debe hacer un solape de planos con el fin de evitar

interferencias e incongruencias. Para el nivel de adquisiciones comentan que se debería de realizar una base de datos, cuyos términos en ella, sean los que manejan tanto en obra como los proveedores debido a que hay veces en que se habla de un material, pero con diferentes términos. Con respecto al nivel de ejecución se aplicaron soluciones innovadoras en obra que trajeron consigo una reducción del tiempo de vivienda terminada en un 40%, estas soluciones posteriormente fueron documentadas para la base de datos, sumado a ello mencionan se debe llevar un control de préstamo entre las diferentes obras de la empresa, así como también mantener un adecuado orden sobre todo de las herramientas y las piezas de encofrado. Finalmente llegan a la conclusión de que las lecciones aprendidas contribuyeron a reducción de tiempos y costos, además permitió elaborar una base de datos para la gestión del conocimiento, esto pasó a formar un activo intangible de la empresa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Aplicar conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a). Identificar en qué medida la constructabilidad incide en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.
- b). Analizar la manera en que el benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

c). Elaborar el programa "Probeco" para aplicar los conceptos de constructabilidad y benchmarking a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

1.4 Justificación

Esta investigación es importante debido a que Lean Construction todavía se sigue mejorando con el pasar del tiempo y se va usando con otros sistemas nuevos como BIM, IPD y VDC, en base a diversos estudios que se dan en todo el mundo y hay obras de construcción que todavía no implementan del todo Lean Construction. Es por ello que en este estudio se implementarán conceptos Lean Construction que permitirán controlar la eficiencia de la mano de obra, reduciendo pérdidas económicas. Además, este estudio servirá para mejorar la metodología en base a la filosofía Lean Construction de futuras investigaciones, también le servirá a las empresas que aplican o estén interesados en aplicar benchmarking para la mejora de la productividad de la mano de obra en base a las mediciones a las partidas que aquí se presentan. Adicionalmente implementar la constructabilidad puede generar muchos beneficios, de los cuales podemos mencionar algunos de ellos como: mejores diseños, menor costo y duración del proyecto, así como satisfacción al cliente. También, por medio de una encuesta se pudo conocer el impacto de la constructabilidad en la productividad de la mano de obra, así como también se identificó otros complementos que favorecerán su desarrollo como son las innovaciones tecnológicas en la construcción, el cual participarán algunos de ellos en este estudio como es el uso de BIM y el sistema de prefabricados.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

La aplicación de conceptos Lean Construction mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

1.5.2 Hipótesis Específicos

- a). La constructabilidad incide en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.
- b). El benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.
- c). El programa "Probeco" logra aplicar los conceptos de constructabilidad y benchmarking a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 Definiciones

2.1.1.1 Productividad y rendimiento. Normalmente la definición de cada uno

de estos parámetros es relativo en cada empresa. Es decir, para una empresa "X" la productividad y el rendimiento tienen ciertas definiciones, mientras que otra empresa "Y" puede usar el término productividad pero con la definición de rendimiento de la otra empresa "X", así mismo la empresa "Y" usaría el término rendimiento con la definición de productividad de la empresa "X".

Para este estudio se definirán los términos conforme a lo que indica Virgilio Ghio en su libro.

A. Productividad. Se consigue mediante el manejo eficiente del recurso humano para que ejecute trabajos constructivos, está relacionada con la experiencia y los rendimientos del trabajador. Jiménez (2019). De acuerdo con Ghio (2001), la productividad se define como el resultado de la división de la producción y los recursos utilizados para conseguir la producción mencionada.

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos\ empleados} \tag{1}$$

B. Rendimiento. Es el cociente que proviene de la división de horas hombre (HH's)

utilizadas entre la cantidad de producción real generados en obra. Ghio (2001).

$$Rendimiento = \frac{HH's}{Cantidad \ de \ Producción \ real}$$
 (2)

Ejemplos:

-La cuadrilla de carpinteros dedica 18.5 horas hombre para realizar el encofrado de columnas, cuyo metrado de columnas es de 22.40 m2, de esto podemos decir que el rendimiento de esta cuadrilla y para esta partida fue de 0.83 hh/m2.

-Un operario dedica 3 horas hombre para realizar el solaqueo y bruñado de un muro, cuyo metrado fue de 4.00 m2, entonces el rendimiento de este operario y para esta partida fue de 0.75 hh/m2.

2.1.1.2 Rendimiento y velocidad. Al igual que en el caso anterior, las definiciones de los términos rendimiento y velocidad no están muy claras para muchos estudiantes y profesionales del sector de la construcción, lo que trae como consecuencia la creencia de que ambos son lo mismo o atribuir el concepto de uno de estos términos, en el otro. Habiendo definido el término rendimiento, a continuación, se definirá el término velocidad.

A. Velocidad. Se le conoce también como velocidad de producción, es el cociente de la cantidad producida (m3, m2,kg, etc.) sobre el tiempo empleado Ghio (2001). Comúnmente la jornada de trabajo es de 8, 8.5 o 5.5 horas al día y el tiempo empleado es medido en horas o días.

$$Velocidad = \frac{Cantidad\ Producida}{Tiempo\ empleado} \tag{3}$$

Ejemplos:

-La cuadrilla de concreto que realiza el vaciado para las zapatas consumen una cantidad de 22 m3 en un día, por lo que podemos decir que la velocidad de esta cuadrilla y para esta partida fue de 22 m3/día.

-La cuadrilla de acero que habilitó y colocó las armaduras en las vigas consumen una cantidad de 280 kg en un día, cuya jornada duró 8 horas, en base a ello podemos decir que la velocidad de esta cuadrilla y para esta partida fue de 280 kg/día o 35 kg/hora.

2.1.1.3 La técnica de las 3 "M". Por sus siglas en japones quiere decir muda, muri y mura, que traduciéndolo al español sería desperdicio, sobrecarga y desnivelado. Consiste en identificar en las actividades que se ejecutan, los 3 tipos de términos mencionados.

A. Desperdicio (**Muda**). Es aquello que no agrega valor para el cliente y no consume recursos, es por ello que es necesario reducirlos o eliminarlos. Existen 8 tipos de desperdicios (antiguamente se consideraban 7 pero con el transcurrir de los años se añadió 1 más), los cuales son los siguientes:

- 1. Sobreproducción
- 2. Esperas o tiempo de inactividad
- 3. Transporte innecesario
- 4. Sobreprocesamiento
- 5. Exceso de inventario
- 6. Exceso de movimiento
- 7. Defectos de Calidad
- 8. Talento
- **B.** Sobrecarga (Muri). Consiste en llevar a la persona, material, o equipo más allá de sus límites provocando un problema de seguridad y calidad. Esto puede tener origen en un desnivelado de trabajo (mura) o un exceso de eliminación de desechos en el proceso Medina (2021)

C. Desnivelado (Mura). Un sistema de trabajo desnivelado tendrá como

consecuencia muchos desperdicios y sobrecargas en el trabajo. Por ello es importante nivelar el flujo de trabajo y un ejemplo de esto es a través de una sectorización con similar producción.

2.1.1.4 Trabajo productivo, contributorio y no contributorio. En esta

investigación se usará mucho estos términos en la aplicación de las herramientas Nivel General de Actividades y Cartas balance. Adicionalmente, en la búsqueda de fuentes de información de los dos últimos años se encontró que todavía existen controversias al identificar el tipo de trabajo que se está realizando, por lo que es necesario definir estas actividades.

A. Trabajo Productivo. De acuerdo con Ghio (2001), son los trabajos que contribuyen de manera directa con la producción como: vaciado de concreto, colocación y amarre de aceros en vigas, etc.

B. **Trabajo Contributorio.** Según Ghio (2001), están definidos como los trabajos de apoyo que son necesarios ejecutarse para poder realizar los trabajos productivos, además Womack (1996) los considera como pérdidas de segundo nivel. Algunos ejemplos de estos trabajos son: revisar planos, aplomar, proporcionar instrucciones, etc.

C. Trabajo no contributorio. Son actividades que no generan valor y tienen un un costo Ghio (2001). Adicionalmente, según la lista de Womack (1996), es una pérdida de primer nivel. Como ejemplo de estos trabajos tenemos: conversar, descansar, rehacer trabajos, etc.

2.1.2 Edificio Multifamiliar

Según la NTE G.040 Definiciones, es aquella edificación única que está compuesta por dos o más unidades de vivienda que comparten la propiedad del terreno, así como áreas y servicios comunes MVCS (2020). Adicionalmente, Butrón y Sivincha (2016) indican que los edificios multifamiliares se pueden clasificar básicamente como lineales, tipo bloque y torre. Agregando a ello, mencionan tipologías de estas unidades de viviendas, los cuales son flat, dúplex, loft y penthouse. Los cuales se definen de la siguiente manera:

- Flat: Aquella unidad de vivienda de un solo piso.
- Dúplex: Esta unidad de vivienda posee dos pisos el cual están conectados por medio de una escalera en su interior, también se menciona el término tríplex ,el cual consiste en tres pisos, así como también el fourplex o quadruplex hace referencia a la unidad de vivienda de cuatro pisos.
- Loft: Le llaman así a la unidad de vivienda que se caracteriza por tener amplio espacio y que no cuenta con muros divisores que delimiten sus ambientes a excepción del baño.
- Pent-house: La ubicación de esta unidad de vivienda se encuentra en la parte más alta del edificio. Además, los habitantes de este tipo de vivienda suelen tener una agradable vista de la ciudad.

2.1.3 Sistema Estructural

El edificio donde se realizará el estudio tiene el sistema estructural dual, de acuerdo a la NTE E.030 Diseño Sismoresistente quiere decir que está constituido de pórticos y muros estructurales que resistirán la mayor parte de las acciones sísmicas. Ahora bien, para clasificarlo

como este Sistema Estructural, el diseño debe cumplir los requisitos como que los muros estructurales deberán de absorber un porcentaje de la fuerza cortante en la base que va del 20% al 70%. Así como también los pórticos deberán de absorber un porcentaje de la fuerza cortante en la base de por lo menos del 30%. (MVCS, 2020)

2.1.4 Productividad de la mano de obra

Se consigue mediante el manejo eficiente del recurso humano para que ejecute trabajos constructivos, está relacionada con la experiencia y los rendimientos del trabajador. Jiménez (2019). De acuerdo con Ghio (2001), la productividad se define como el resultado de la división de la producción y los recursos utilizados para conseguir la producción mencionada.

Diversos factores influyen a la productividad de la mano de obra como la edad del trabajador, la habilidad, capacidad física, experiencia, ubicación geográfica, etc.

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos\ empleados} \tag{1}$$

2.1.5 Constructabilidad

Para Espinoza (2009), la constructabilidad es la combinación del conocimiento y la experiencia, esta presenta en las todas las fases de un proyecto de construcción. Según Orihuela y Orihuela (2003), la constructabilidad es una práctica que recoge conocimientos en la fase operacional del proyecto con el objetivo de usarlos anticipadamente en etapas como la planificación y diseño para poder conseguir mejoras en la gestión de proyectos de construcción, así como también la aplicación de la constructabilidad mejorará su eficiencia si esta relacionado con conceptos del Lean Construction.

- **2.1.4.1 Constructabilidad en la fase de diseño.** Aplicar la constructabilidad en esta etapa consiste en conseguir toda la información y los conocimientos de la construcción antes de trabajar la ingeniería de detalle. (Orihuela y Orihuela, 2003)
- 2.1.4.2 Constructabilidad en la fase de ejecución. La constructabilidad también aplica cuando se está en etapa de obra, mediante soluciones creativas y métodos innovadores se podrá conseguir un buen manejo de los recursos que contribuirá a la eficacia de los procesos constructivos. (Orihuela y Orihuela, 2003)
- **2.1.4.3 Programa "Probeco".** Tomando como referencia a Phalen et al. (2014) el programa de constructabilidad servirá para documentar y planear la política de gestión del equipo del proyecto con respecto a la constructabilidad. Agregando a ello el autor comenta que el programa debe considerar por lo menos lo siguiente:
 - Objetivos claramente definidos por usuarios, proyectistas y alta dirección.
 - Cuadro de organización que defina roles y responsabilidades entre los integrantes del proyecto.
 - Planes basados en la constructabilidad y guías de implementación que facilitará el uso del programa.
 - Metodología para la medición y verificación de indicadores clave de rendimiento (KPI), así como la designación de responsables para este proceso.
 - Análisis de KPI's e interpretación para poder realizar Benchmarking y comunicación de los resultados de este proceso a los integrantes del proyecto.
 - Procedimientos para capturar retroalimentación y resultados de aprendizaje en un banco de información para su acopio, depuración y almacenamiento.

- Hacer uso de formularios, agendas, listas de verificación y reuniones de trabajo cada semana.
- Metodologías de resolución de problemas y cambios que puedan surgir en el proyecto.
- Establecer hitos en las reuniones de trabajo para poder tener un mejor desarrollo del proyecto

2.1.6 Benchmarking

Es un estímulo que reconfigura los procesos de tal manera que se logra cambios importantes. (Koskela, 1992). Sumado a ello, Ghio (2001) menciona que es una comparación entre la perfomance de nuestra empresa con la empresa que lidera el negocio en determinada área, de manera que esto nos hace buscar mejores prácticas.

2.1.5.1 Informe Semanal de Producción (ISP). De acuerdo a Bombilla e Hidalgo (2021) es una herramienta para el seguimiento y control del desarrollo de procesos constructivos de un proyecto, evalúa el proyecto por medio de la medición de la productividad y/o rendimiento de los procesos constructivos que más inciden en el proyecto, esto permitirá tomar acciones correctivas y mejorar la administración de los recursos. A continuación se mencionará los pasos para la elaboración del ISP.

A. Pasos preliminares. Estos no son rutinarios y son necesarios para realizar los pasos de ejecución.

- Selección de las partidas más incidentes del presupuesto, de acuerdo a la ley de Pareto.
- Agrupación de varias partidas similares en una sola.

- Definir la frecuencia en el que se hará el registro de avance de la producción.
- Designar a un personal, de preferencia el capataz de la cuadrilla, para la elaboración del tareo y capacitarlo para el llenado correcto del documento.
- **B. Pasos de ejecución.** Estos pasos son rutinarios y la frecuencia para realizarlos se debe haber definido antes.
 - Se elabora el formato tareo con los nombres del personal en obra y se le entrega al personal designado para el llenado.
 - Revisión del tareo con el ingeniero de campo.
 - Cálculo del metrado de las partidas incidentes realizado al término de la jornada.
 - Elaboración del Informe Semanal de Producción.

El ISP debe proporcionar la siguiente información:

- Las Horas hombre que se consumió en cada día de la semana.
- Las Horas hombre acumuladas que se hallan utilizado hasta el termino de la semana
- Las Horas hombre que se asignó a cada partida incidente en el presupuesto que se generó al finalizar la etapa de diseño del proyecto.
- El rendimiento de la partida incidente con el que se presupuestó.
- El rendimiento Semanal real de obra.
- Las horas hombre ganadas o perdidas al culminar la semana.
- Las horas hombre ganadas proyectadas a fin de obra.

Gráfico que contenga una recta que indique el rendimiento con el que se realizó
el presupuesto, una curva de productividad que estén en función de los
rendimientos diarios y otra en función del rendimiento promedio acumulado al
término de la semana.

Tomemos como ejemplo nº 1:

En una obra la cuadrilla de acero inicia sus actividades en la semana 5, al finalizar la semana 5 se registró 576 H.H's para la partida de colocación de acero corrugado, además el metrado ejecutado fue de 11 380.50 kg. Sabiendo que para dicha partida se presupuestó con un metrado total de 163 028.00 kg y un rendimiento de 0.055 hh/kg, se le solicita elaborar el ISP de la semana 5 para la partida de colocación de acero corrugado.

Solución:

Primero se calcula las H.H's acumuladas y el avance acumulado. Para ello se suma las H.H's registradas en la semana 5 con las de la semana 4, debido a que en la semana 4 la cuadrilla de acero todavía no había ingresado se calcula de la siguiente manera 0+576=576 H.H's . De manera similar se calcula el avance acumulado, se suma el avance de la semana 5 con el avance acumulado de la semana anterior (avance acumulado de la semana 4 para este caso), es decir 0+11380.5=11380.5 kg.

Lo segundo que se debe hacer es calcular los rendimientos semanales y acumulados de la partida. Para el cálculo del rendimiento semanal se divide las H.H's consumidas durante la semana entre el avance ejecutado en dicha semana. Es decir 576/11 380.5 = 0.051 hh/kg. Similarmente para el rendimiento acumulado se divide las H.H's acumuladas hasta la fecha entre el avance acumulado ejecutado hasta la fecha. Por lo tanto, para este ejemplo se calcula de la siguiente manera 576/11380.5 = 0.051 hh/kg.

Como tercer paso, se calcula las H.H's ganadas o perdidas a la fecha y las H.H's ganadas o pérdidas proyectadas a fin de la obra. Para el cálculo de las H.H's ganadas o perdidas a la fecha, se multiplica el rendimiento del presupuesto por el avance acumulado a la fecha y se le resta las horas acumuladas hasta la fecha. Es decir : (0.055 x 11380.5) -576 = 49.93 H.H's, como el valor es positivo, quiere decir que se ganó dicha cantidad de H.H's. En tanto para las H.H's ganadas o pérdidas proyectadas a fin de la obra se calcula de la siguiente manera: 8 966.54 – (0.051 x 163 028) = 715.23 H.H's.

En la siguiente tabla se muestra la organización de los datos y los pasos indicados.

Tabla 1 *Ejemplo de ISP*

			16/03-22/03	23/03-29/03	30/03-05/04	06/04-12/04	13/04-19/04	20/04-26/04			
ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	PRESUPUESTO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6			
		_		-	-	-	-	-			
	COLOCACIÓN DE ACERO		Date	os requeridos							
13	CORRUGADO (Kg)	Butos requeriuos									
	H.H SEMANAL						576.00				
	AVANCE SEMANAL					-	11,380.50				
	H.H ACUMULADOS	8,966.54				-	576.00				
	AVANCE ACUMULADO	163,028.00	◀			-	11,380.50				
	RENDIMIENTO SEMANAL						0.051	— 2			
	RENDIMIENTO ACUMULADO	0.055	-				0.051	— 2			
	H.H GAN PERD A LA FECHA						49.93	← 3			
	H.H GAN PERD A FIN DE LA OBRA						715.23	3			

Fuente: Elaboración Propia.

Tomemos como ejemplo n° 2:

En una obra se registraron los datos desde la semana 7 hasta la 9 como se muestra en la tabla 2. Además se tiene como dato que el rendimiento que se usó en la elaboración del presupuesto es 0.033 hh/kg y el metrado total para la partida es de 200 579 kg. Se pide elaborar la gráficas o curvas de productividad.

Tabla 2Datos para el desarrollo del ejemplo 2

	Viernes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Lunes	Martes	Miércoles
	21-abr.	24-abr.	25-abr.	26-abr.	27-abr.	28-abr.	2-may.	3-may.	4-may.	5-may.	6-may.	8-may.	9-may.	10-may.
H.H DIARIO		200	231	280	273	300	300	320	294	294	81.9	294	294	294
AVANCE DIARIO		8750	5842.5	10936.75	8238.1	11262.7	12233.375	7200	11174.55	10158.775	3946.25	10887.55	11335.475	11544.575
H.H ACUMULADO		200	431	600	873	1173	1473	1793	2087	2381	2462.9	2756.9	3050.9	3344.9
AVANCE ACUMULADO		8750	14592.5	25529.25	33767.35	45030.05	57263.425	64463.425	75637.975	85796.75	89743	100630.55	111966.025	123510.6
RENDIMIENTO DIARIO		0.023	0.040	0.026	0.033	0.027	0.025	0.044	0.026	0.029	0.021	0.027	0.026	0.025
RENDIMIENTO														
ACUMULADO		0.023	0.030	0.024	0.026	0.026	0.026	0.028	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027
H.H GAN PERD A LA														
FECHA		88.75	50.5525	242.46525	241.32255	312.99165	416.693025	334.293025	409.053175	450.29275	498.619	563.90815	643.978825	730.9498
H.H GAN PERD A FIN DE														
LA OBRA		2034.44414	694.861737	1905.00847	1433.46267	1394.17016	1459.56813	1040.15821	1084.7392	1052.71201	1114.43233	1123.99398	1153.64128	1187.04937

Fuente: Elaboración Propia

Solución:

Con los datos del ejemplo 2, se coloca los días de la semana en el eje de las abscisas y los rendimientos en el eje de las ordenadas, luego se realiza los siguientes gráficos, como se muestra en la Imagen 1.

Curvas de Productividad realizadas en base al ejemplo 2

0.04

0.035

0.005

0.005

Rendimiento del Presupuesto
Rendimiento diario

Figura 1

Curvas de Productividad realizadas en base al ejemplo 2

Fuente: Elaboración Propia.

Se explicó con 2 ejemplos la elaboración del I.S.P ya que el primer ejemplo tiene el objetivo de explicar cómo se realiza el I.S.P para cada semana y la finalidad del ejemplo 2 es mostrar datos de varias semanas para poder realizar y visualizar mejor la curva de productividad.

2.1.5.2 Nivel General de Actividades. Ghio (2001) sostiene que el Nivel General de Actividades es una herramienta de medición comúnmente usada por ingenieros industriales en el estudio de tiempos y movimientos. La medición se ejecuta de manera aleatoria en la obra y se utiliza como muestra las actividades que los obreros realizan, así se obtiene la información del tiempo usado en los tipos fundamentales de trabajo tales como trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC). Para centrar el análisis en los desperdicios, podemos subdividir las mediciones del TC en actividades como transportes, limpieza, entre otros. Así mismo se puede subdividir las mediciones del TNC en viajes, tiempo ocioso, entre otros.

Así mismo, el nivel general de actividades da como resultado un muestreo que sirve para hacer comparaciones en las obras de la empresa que participamos, para compararse con estándares internacionales y con estándares presentados en el libro de Virgilio Ghio, además, otros de los

beneficios de las mediciones producto de esta herramienta es que nos permitirá identificar las principales pérdidas, para después cuantificarlas y por último priorizarlas para disponernos a eliminarlas (Ghio, 2001). Por otra parte, según Serpell (1993) es necesario hacer 384 mediciones para que sean estadísticamente válidas.

Ejemplo:

En el recorrido del personal asignado para la toma de datos para el nivel general de actividades, encuentra a un peón de la cuadrilla de carpinteros realizando el acarreo de material de encofrado, a un operario de la misma cuadrilla dando instrucciones a un peón que se encontraba realizando el transporte de material, por lo que procede a anotar en el formato.

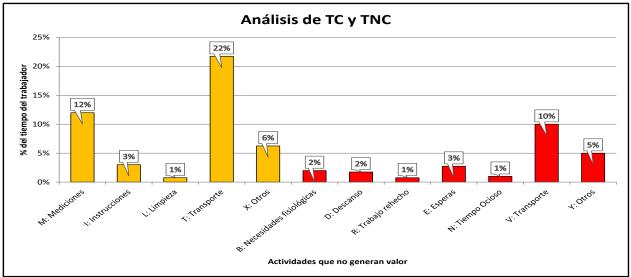
Tabla 3 *Ejemplo de llenado de formato*

nº	Cuadrilla	Cuadrilla	Cuadrilla	Cuadrilla	TP	TC					TNC					
11-		15	M	- 1	٦	Т	X	В	D	R	Е	N	V	Y		
1	Encofrado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	Encofrado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	Encofrado	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Nota. El trabajo contributorio es subdividido en mediciones (M), instrucciones (I), limpieza (L), transporte (T) y otros (X). Mientras el trabajo no contributorio es subdividido en necesidades fisiológicas (B), descanso (D), trabajo rehecho (R), esperas (E), tiempo ocioso (N), viajes (V) y otros (Y). Elaboración Propia.

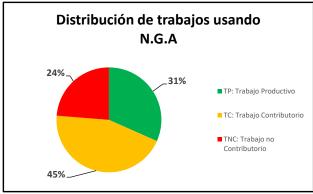
Este ejemplo sirve para ilustrar el registro del tipo de trabajo realizado por el personal de cada cuadrilla. Teniendo una mayor cantidad de datos registrados, se puede construir gráficos que ayudan a realizar un mejor análisis.

Figura 3Ejemplo de gráfico para análisis de TC y TNC usando el NGA



Fuente. Elaboración Propia

Figura 2 *Ejemplo de gráfico para el análisis general de los trabajos*



Fuente. Elaboración Propia.

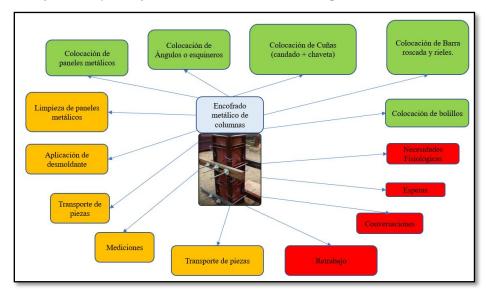
2.1.5.3 Carta Balance. La carta balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aproximadamente 30 minutos) en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad estudiada. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos Arenas (2018). De acuerdo con Ghio

(2001), estas mediciones permiten conocer más el proceso constructivo empleado, mejorar el proceso, evalúa la posibilidad de conseguir algún cambio tecnológico y determinar la cantidad necesaria de obreros para cada cuadrilla. Adicionalmente a ello, es importante tener en cuenta que lo que se pretende con esta herramienta es realizar trabajos de manera más inteligente y no fijarnos demasiado en la eficiencia del obrero, haciendo que trabaje bastante sino que también priorizar más la evaluación de la eficiencia del método constructivo empleado. Por último, es necesario para este método analizar cuadrillas con un máximo de 8 a 10 obreros para un mejor manejo de la toma de datos y que las actividades de la cuadrilla se tornen en un espacio que permita ver a todos sus integrantes. De no cumplir con esos requisitos, convendría aplicar a una cuadrilla el método del nivel general de actividades.

A. Pasos Preliminares. Estos pasos no son rutinarios y deben ser definidos antes de los pasos de ejecución.

- Identificar las tareas que involucra el desarrollo de una partida específica.
- Clasificar cada tarea en función al tipo de trabajo (TP, TC y TNC).

Figura 4 *Identificación y clasificación de las tareas de una partida*



Nota. Las tareas de color verde corresponden a los T.P, en tanto las tareas de color anaranjado corresponden a los T.C y las tareas de color rojo son los T.N.C. Fuente. Elaboración propia.

B. Pasos de ejecución. Estos pasos son rutinarios para cada medición.

- Se establece un punto fijo para la toma de mediciones.
- Cada medición dura un minuto por obrero (operario o peón).
- En el instante que se le ha observado se le asigna el tipo de trabajo a cada obrero,
 esto se hace en cada medición.
- Se le asignará una letra a cada tarea, esto se plasmará en el cuadro de toma de mediciones.
- De acuerdo con Serpell (1993), son necesarias 384 mediciones para que se consideren estadísticamente válidas.

Tabla 4 *Ejemplo de formato para la toma de datos de la carta balance*

	OP	PE		OP	PE	
1	cpu	ср	31	m	ср	
2	m	cg	 32	b	cg	
3	i	ср	33	b	ср	
4	а	а	34	m	а	
5	m	а	35	m	а	
6	е	а	36	ср	а	
7	ар	ср	 37	ср	ср	
8	ср	cpu	38	n	cpu	
9	cpu	cpu	39	b	cpu	
10	i	t	40	cb	I	
11	m	t	41	e	I	
12	m	t	42	cb	I	
13	а	t	43	r	I	
14	x	у	44	r	t	
15	i	у	45	n	t	
16	i	у	46	lpm	t	
17	i	у	47	а	t	
18	b	n	48	m	cq	
19	b	d	49	V	m	
20	d	d	50	m	m	
21	d	ср	51	r	ср	
22	x	cg	52	а	cg	
23	ca	ср	53	а	ср	
24	i	I	54	а	t	
25	r	I	55	d	t	
26	ср	t	56	m	t	
27	е	t	57	v	ср	
28	i	t	58	е	ca	
29	i	t	59	е	٧	
30	m	t	60	m	ca	

Item	Nombres y Apellidos	Cat.
1	Edgar M.	OP
2	José F.	PE

TP	TRABAJO PRODUCTIVO				
СР	Colocación de paneles metálicos				
CPU	Colocación de ángulos o esquineros				
CG	Colocación de cuñas				
AG	Colocación de barra roscada y rieles				
СВ	Colocación de bolillos				

тс	TRABAJO CONTRIBUTORIO
LPM	Limpieza de paneles metálicos
Α	Aplicación de desmoldante
Т	Transporte de piezas
М	Mediciones
AP	Aplomar
L	Limpieza
I	Instrucciones
X	Otros

TNC	NO CONTRIBUTORIO
R	Retrabajo
N	Tiempo ocioso
D	Descanso
٧	Viajes
Е	Esperas
В	Necesidades fisiológicas
Υ	Otros

Tabla 5 *Ejemplo de formato que acompaña a la medición de la carta balance*

Actividad : Encofrado de columnas centrales de 0.30 x 0.30 x 2.00 m

Hora de Inicio : 08:00 am **Hora de Término** : 11:00 am

Componentes de la cuadrilla:

Encofrado:

1 Op. Carpintero

1 Pe. Carpintero

2

Herramientas y Equipos:

1 Martillo

Proveedores:

Cuadrilla de acero

Clientes:

Cuadrilla de desencofrado

Insumos:

Piezas de encofrado metálico Unispan.

Separadores de concreto.

Producto:

Columnas del centrales del sector 1.

Continuación de Tabla 5

Descripción detallada del método:

- 1.- Se fija el esquinero a los paneles o planchas metálicas por medio de las cuñas (candado + chaveta), de esta manera se forma las caras de las columnas.
- 2.- Colocación de la barra roscada y los rieles.
- 3.- Colocación de separadores entre acero y paneles metálicos.
- 4.- Ajuste de las barras y rieles con las tuercas o bolillos.

Descripción	Tiempo	Recurso	Avance	Rendimiento	Velocidad
	(hr)	(HH)	(m2)	(HH/m2)	(m2/hr)
Encofrado	3	6	4.80	1.25	1.60

Observaciones y conclusiones

Se considera:

TP: Colocación de paneles metálicos, colocación de ángulos o esquineros, colocación de cuñas (candado + chaveta), colocación de barra roscada y rieles, colocación de bolillos.

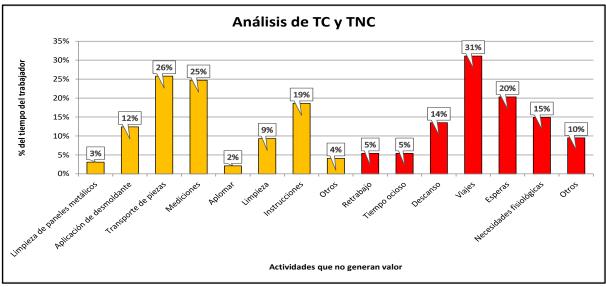
TC: Limpieza de paneles metálicos, aplicación de desmoldante, transporte de piezas, mediciones, transporte de piezas.

TNC: Retrabajo, conversaciones, esperas, necesidades fisiológicas.

Tabla 6Distribución del tiempo en la cuadrilla de encofrado por obrero

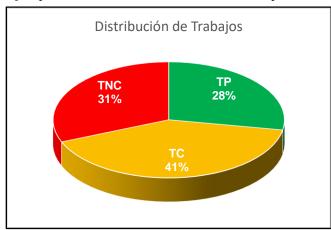
					Edgar M.		José	é F.
Tipo de	Código	código Descripción % 9 por tip trabaji		% por tipo de	%		%	
trabajo	Counge	Boompolon	70	trabajo				
					Parcial	Total	Parcial	Total
	CP	Colocación de paneles metálicos		44%	8%		17%	
	CPU	Colocación de ángulos o esquineros		35%	5%		14%	
TP	CG	Colocación de cuñas	28%	15%	0%	16%	9%	40%
	AG	Colocación de barra roscada y rieles		3%	2%		0%	
	СВ	Colocación de bolillos		3%	2%		0%	
	LPM	Limpieza de paneles metálicos		3%	2%		1%	36%
	Α	Aplicación de desmoldante	41%	12%	5%	45%	5%	
	Т	Transporte de piezas		26%	0%		21%	
TC	M	Mediciones		25%	19%		2%	
	AP	Aplomar	4176	2%	2%		0%	
	L	Limpieza		9%	0%		8%	
	1	Instrucciones		19%	15%		0%	
	X	Otros		4%	3%		0%	
	R	Retrabajo		5%	3%		0%	
	N	Tiempo ocioso	1	5%	3%		1%	-
	D	Descanso		14%	7%		2%	
TNC	٧	Viajes	31%	31%	10%	39%	9%	24%
	E	Esperas		20%	10%	-	3%	
	В	Necesidades fisiológicas		15%	5%		4%	
	Υ	Otros		10%	1%		5%	
		TOTAL	100%		100%		100%	

Figura 5 *Ejemplo de distribución del tiempo de la cuadrilla según TC y TNC*



Fuente. Elaboración Propia

Figura 6 *Ejemplo de distribución General del tiempo de la cuadrilla*



III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

De acuerdo con Hernández (2014), la investigación según el propósito es aplicado, por enfoque es cuantitativo, en cuanto al nivel es explicativo y el diseño es no experimental. Para el estudio de la constructabilidad se tomó una encuesta, de esta manera se obtuvieron datos de forma transversal y se utilizó análisis estadístico para poder conocer la incidencia de la constructabilidad en la mejora de la productividad de la mano de obra. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal, luego se aplicó análisis estadístico y se hizo la comparación de resultados con estudios previos.

3.2 Ámbito temporal y espacial

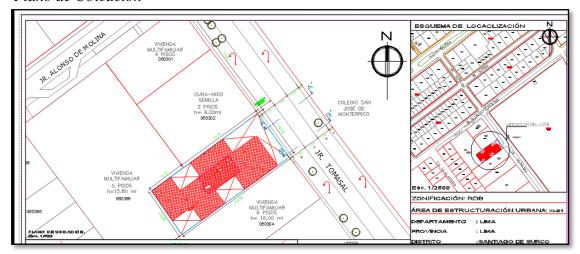
3.2.1 Ámbito temporal:

Este estudio se centra en un proyecto multifamiliar a nivel de casco que tuvo lugar entre el mes de Febrero y Mayo del 2021.

3.2.2 Ámbito espacial:

La investigación se desarrolla en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco. En el proyecto se construyeron 4 sótanos, 9 pisos y una Azotea. Se encuentra ubicado en Jirón Tomasal cuadra 3 – Surco – Lima – Perú

Figura 7 *Plano de Ubicación*



Fuente. Elaboración Propia.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente:

Conceptos basados en Lean Construction

3.3.2 Variable dependiente:

Mejoramiento de la productividad de la mano de obra en edificaciones.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población está compuesta por la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de los edificios multifamiliares que están conformados por 8 hasta 10 pisos utilizando el sistema estructural dual en el distrito de Surco. Lo anterior se definió de acuerdo a lo que sostiene Hernández (2014) con respecto a la población, que es el conjunto que está formado por aquellos

casos que concuerdan con ciertas especificaciones como características de contenido, lugar y tiempo.

3.4.2 Muestra

La muestra del estudio es la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de un edificio multifamiliar en el distrito de Surco de 9 pisos, 4 sótanos y Azotea. La muestra para esta investigación es no probabilística o también llamada dirigida. De acuerdo con Hernández (2014), el investigador escoge los casos con similares características para facilitar la investigación.

3.5 Instrumentos

- 1) Formatos para realizar cuestionarios con la escala Liker.
- Se utilizará los partes diarios de Producción, en donde se recopilará la información de campo para luego elaborar el Informe Semanal de Producción (ISP).
- 3) Adicionalmente se usará formatos para realizar las cartas balance y el nivel general de actividades (NGA).
- 4) Se utilizará también los planos de Obra. que servirán para calcular los metrados para el Informe Semanal de Producción (ISP).
- Cronograma de Obra para comparar el ritmo de avance respecto a lo programado.
- 6) El Presupuestos real y meta servirán para hacer un análisis comparativo de ambos y evaluar los rendimientos obtenidos en el Informe Semanal de Producción (ISP).

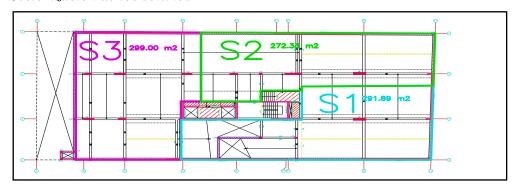
3.6 Procedimientos

El desarrollo de la investigación se realizará conforme a lo siguiente:

3.6.1 Procedimiento Constructivo

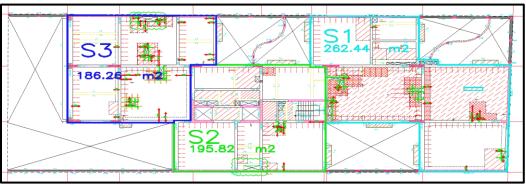
- Una vez construido los muros anclados y las cisternas, se procedió con la construcción de los sótanos empezando desde el cuarto sótano.
- Se sectorizó el proyecto en lotes de producción equivalentes, es decir la cantidad de trabajo en cada sector será similar.

Figura 8Sectorización de los sótanos



Fuente. Elaboración Propia

Figura 9Sectorización de la torre



- Teniendo la sectorización concluida, se realizó los trazos topográficos en uno de los sectores, para ubicar la posición de cada elemento estructural vertical, como lo son las columnas, muros de concreto armado y placas.
- La cuadrilla de fierreros habilitó el acero y realizó el armado de las armaduras para los elementos verticales en el sector donde se dejó los trazos topográficos.

Figura 10Colocación de acero en muro perimetral



- Luego la cuadrilla de eléctricos y sanitarios (ambos de la misma subcontratan)
 realizaron sus trabajos en el sector donde trabajaron los fierreros.
- La cuadrilla de carpinteros realizó los trabajos de encofrado haciendo uso del sistema de encofrados metálicos en el sector donde se dejó las armaduras de los elementos verticales junto con sus puntos eléctricos y sanitarios, previa liberación por el área de calidad.

Figura 11 *Encofrado de muro perimetral*



Fuente. Elaboración Propia

 Una vez liberado los elementos, la cuadrilla de concreto procedió con el vaciado los elementos encofrados.

Figura 12 *Vaciado de placa de escalera*



- Poco más de 12 horas después, los carpinteros realizaron el desencofrado de los elementos verticales.
- Después se realizó los trabajos de curado de los elementos que han sido desencofrados.

• A continuación, se armó el encofrado para las prelosas y previgas.

Figura 13 *Armado de encofrado para previgas*



Fuente. Elaboración Propia

 Con los elementos verticales y el encofrado para los elementos horizontales listos, se procedió a la colocación de los elementos horizontales, los cuales para este estudio son las previgas y las prelosas.

Figura 14 *Colocación de Previga*



Fuente. Elaboración Propia

 Colocados los elementos prefabricados, se realizó los trabajos eléctricos y sanitarios para luego pasar a colocarse las varillas de acero negativo, tanto para las prelosas como las previgas. Así como la colocación del acero de temperatura y acero de continuidad.

Figura 15Colocación de acero negativo



Fuente. Elaboración propia

- A partir del techo del sótano 1 se tomó en cuenta los trabajos de instalación de gas, luego de culminado los trabajos sanitarios y eléctricos,
- Terminado de colocarse las varillas se procede con el vaciado de elementos horizontales del sector, previa liberación del sector por el supervisor de calidad.

Figura 16 *Vaciado de losa*



3.6.2 Procesos realizados mediante el concepto Benchmarking

Los procesos abarcan la toma de datos, el procesamiento de ellos y la presentación de los resultados. Las herramientas utilizadas bajo el concepto Benchmarking que fueron aplicadas a este proyecto son: ISP, nivel general de actividades y cartas balance.

3.6.2.1 Informe Semanal de Producción (ISP).

A. Pasos preliminares.

Se seleccionó las partidas más incidentes de acuerdo a la ley de Pareto.

Tabla 7Porcentaje de incidencia de las especialidades

Especialidad	Parcial	Acumulado	Incidencia	Acumulada
Arquitectura	S/ 7,307,745.59	S/ 7,307,745.59	39.6%	39.6%
Estructuras	S/ 5,271,980.14	S/ 12,579,725.73	28.6%	68.2%
Gastos Generales	S/ 1,998,296.28	S/ 14,578,022.01	10.8%	79.1%
Instalaciones Electricas	S/ 1,075,296.29	S/ 15,653,318.30 ¹	5.8%	84.9%
Equipamiento	S/ 1,004,695.67	S/ 16,658,013.97 ¹	5.4%	90.3%
Obras Preliminares	S/ 760,174.12	S/ 17,418,188.09 ¹	4.1%	94.5%
Instalaciones Sanitarias	S/ 650,000.00	S/ 18,068,188.09 ¹	3.5%	98.0%
Modificaciones	S/ 186,005.11	S/ 18,254,193.20 ¹	1.0%	99.0%
Intalaciones de Gas	S/ 184,983.05	S/ 18,439,176.25	1.0%	100.0%

Nota. Estos porcentajes están en base al total del presupuesto. Elaboración propia

Se puede apreciar que la mayor incidencia se da en los presupuestos para Arquitectura, Estructuras y Gastos generales, sumando un acumulado de S/. 14'578,022.01 soles y con un porcentaje acumulado de 79.1%. Esto quiere decir que nuestros mayores esfuerzos se deben dar en el control de esos presupuestos.

Este estudio se centró en el presupuesto de Estructuras, por consiguiente, para este análisis se agrupó partidas similares del presupuesto en una partida que la represente, tomando como ejemplo la partida de acero que agrupa las actividades de habilitación de acero y montaje de

armadura para las columnas, muros de concreto armado, placas, vigas, losas aligeradas y losas macizas. Similarmente se procedió con las partidas de encofrado y concreto.

Tabla 8Porcentaje de incidencia de las partidas

Partida	Suma de Parcial (S/) Acumulado		Incidencia	Incidencia Acumulada	
Acero	S/ 1,026,837.02	S/ 1,026,837.02	19.5%	19.5%	
Colocación de previgas y					
prelosas	S/ 833,612.62	S/ 1,860,449.64	15.8%	35.3%	
Concreto	S/ 735,315.96	S/ 2,595,765.60	13.9%	49.2%	
Encofrado	S/ 567,056.99	S/ 3,807,882.66	10.8%	60.0%	
Muros Pantalla	S/ 645,060.07	S/ 3,240,825.67	12.2%	72.2%	
Movimiento de Tierras	S/ 534,978.89	S/ 4,342,861.55	10.1%	82.4%	
Otros	S/ 354,831.52	S/ 4,697,693.07	6.7%	89.1%	
Torre Grúa	S/ 246,073.52	S/ 4,943,766.59	4.7%	93.8%	
Cimentacion	S/ 160,224.29	S/ 5,103,990.88	3.0%	96.8%	
Cisterna	S/ 158,353.90	S/ 5,262,344.78	3.0%	99.8%	
Juntas	S/ 4,883.71	S/ 5,267,228.49	0.1%	99.9%	
Curado	S/ 4,751.65	S/ 5,271,980.14	0.1%	100.0%	

Nota. Las partidas mostradas solo corresponden a las partidas de Estructuras. Elaboración propia

Se decidió aplicar esta herramienta a las partidas de acero, colocación de previgas y prelosas, concreto y encofrado, obteniendo un porcentaje de incidencia acumulada de 60% respecto al total del presupuesto de Estructuras. Usando la ley de Pareto, también se debió considerar las partidas de muros pantalla y movimiento de tierras, sin embargo, estas partidas ya se encontraban ejecutadas.

El registro de avance de la producción se hizo diariamente y al término de cada semana se elaborará el ISP, en el que se mostrará y explicará los resultados obtenidos.

La elaboración del tareo lo realizó el capataz de cada cuadrilla, para ello se le da formatos de acuerdo al Anexo 1, además se le capacitó para el correcto llenado.

Tabla 9 *Llenado del parte diario*

	PARTE DIARIO DE PRODUCCION	
OBRA:	EDIFICIO " "	
FASE:	PISO 1	
ESPEC.	ENCOFRADO	1000
		Logo
FECHA	01/03/2021	
ZONA	SECTOR 1 y 2	
ACT.	DESCRIPCION DE TRABAJOS	07:30 a.m
_		1 111
1	ENCOFRADO DE MUROS DE PLACAS	HORA INGRESO
2	ACARREO DE MATERIALES	17:00 p.m.
3	DESENCOFRADO DE TECHO SOTANO 4 Y 3	HORA SALIDA
4		
5		
6		
7		
8		JEFE PRODUCCIÓN
9		
10		
11		
12		MAESTRO DE OBRA

Nota. Es importante proporcionar cierta información que nos detalle el contexto en el que se está realizando el parte diario de producción, tales como: el nombre de la obra, la fase, la especialidad de la cuadrilla, la hora, entre otros. Adicionalmente se tiene un espacio en donde se colocan los trabajos realizados como se indica en la imagen.

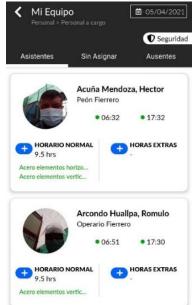
Continuación de tabla 9

28	OP	Obrero 28	6.5		2	La	cantida	d da					8.5	
29	OP	Obrero 29	5.5	4			La cantidad de H.H's						9.5	
30	PE	Obrero 30	5.5	4			sumida	as					9.5	
31	OP	Obrero 31											F	
32	PE	Obrero 32	2	6.5		Por	por actividad.						8.5	
33														
34														
35														
36														
		TOTAL ACTIVIDAD	144.5	50.5	13	0	0	0	0	0	0	0	211.5	
		OBSERVACIONES	DESCRIPCION							UND	PROG.	REAL		
ENCOFRADO DE MUROS DE PLACAS							M2	168.98						
ENCOFRADO DE MUROS DE PLACAS								Rend=	0.86					

Nota. Con la cantidad de H.H's para la actividad 1 (Encofrado de muros de placas) y el metrado, se halla y registra el rendimiento de dicha actividad.

El parte diario comprende el registro del tareo y métricas que servirán para obtener el rendimiento diario de las partidas de interés. Adicionalmente el llenado de las HH's se corroboró con el ing. de campo y con el sistema de control de horas del personal, llamado ibuilder Worker. Este sistema contaba con una aplicación en el celular para registrar el ingreso y salida de todo el personal de obra, mientras otra de sus aplicaciones servía para verificar dicha información del personal a cargo.

Figura 17 *Interfaz de asistentes en la aplicación ibuilder Worker*



Nota. La aplicación ibuilder Worker tiene como requisito digitar el número de DNI y tomarse una foto para almacenar la hora de ingreso y salida del personal, este procedimiento lo puede hacer solo el personal que es registrado previamente por el administrador en el sistema. Fuente: ibuilder.

Figura 18 *Interfaz de ausentes en la aplicación ibuilder Worker*



Nota. Para usar esta aplicación se necesitaba de ciertos permisos, para ello el administrador se encargaba de dar autorización de acceso a solo el personal indicado por el residente de obra.

Este sistema de control de horas del personal, también tiene la capacidad de realizar un ISP, sin embargo se tendría que realizar el tareo por un dispositivo móvil, tarear a cada personal con las partidas que nos da por defecto el sistema y registrar sus horas en cada actividad. Este proceso se hace muy tedioso en su sistema actual.

Por otro lado, se realizó un control interno de rendimientos y velocidades en obra, cuyo fin fue la mejora continua. Es decir, si un día las mediciones fueron desfavorables con respecto a unos parámetros establecidos de acuerdo al presupuesto, se investigaba el origen de la causa y se analizaba el proceso posteriormente en campo mientras se ejecutaba la partida de interés. (a esta última actividad también se le conoce como Genchi Genbutsu)

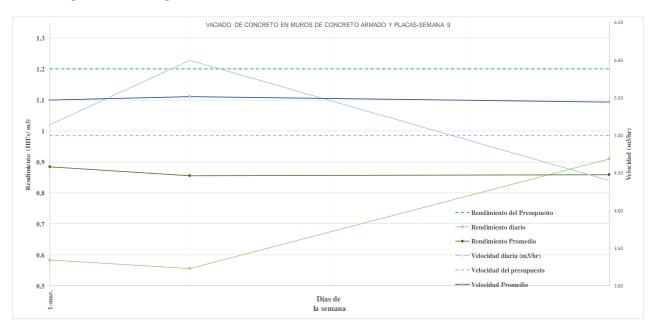
Tabla 10Registro de los rendimientos y velocidades por día

VACIADO DE CONCRETO EN MUROS DE CONCRETO ARMADO Y PLACAS

	SEMANA 9						
	lunes	martes	viernes				
	1-mar.	2-mar.	5-mar.				
H.H Diario	10.5	10	10				
Avance diario	18	18	11				
H.H Acumulado	164.5	174.5	184.5				
Avance acumulado	186	204	215				
HH de la partida	3.5	2.5	2.5				
HH Acumulado de la							
partida	34	36.5	39				
Rendimiento diario							
(HH's/ m3)	0.583	0.556	0.909				
Velocidad diaria							
(m3/hr)	5.14	7.20	4.40				
Rendimiento							
Acumulado (HH's/							
m3)	0.884	0.855	0.858				
Velocidad Acumulada							
(m3/hr)	5.471	5.589	5.513				
· /	5.471	5.569	5.513				
H.H Gan Perd a la							
fecha	58.7	70.3	73.5				
H.H Gan Perd a fin							
de la obra	140.19	153.07	151.85				

Nota. Al hacer comparación entre el día lunes y martes, se observa que las HH's y el avance diario son similares, sin embargo, la velocidad diaria es distinta. Esto se debe a que el día lunes se usó 3 operarios y el día martes se usó 3 operarios y 1 peón, esta última distribución hizo que la partida se ejecute en menos tiempo. En cuanto el día viernes, demoró la llegada del mixer por lo que tuvo efecto de una mayor cantidad de H.H diario y tiempo de ejecución de la partida, finalmente termina repercutiendo en un mayor rendimiento y una menor velocidad de ejecución de la partida. Elaboración Propia.

Tabla 11Curva de productividad por día de la semana 9



Nota. Se observa que las líneas color verde representan a la data de rendimientos y la de color azul a las velocidades. En el caso de los rendimientos, cuando las gráficas están por debajo de la línea horizontal punteada (rendimiento meta), significa un resultado favorable. No obstante, para el caso de las velocidades, mientras las gráficas se encuentren por encima de la línea punteada (velocidad meta) representará un resultado a favor. Elaboración Propia.

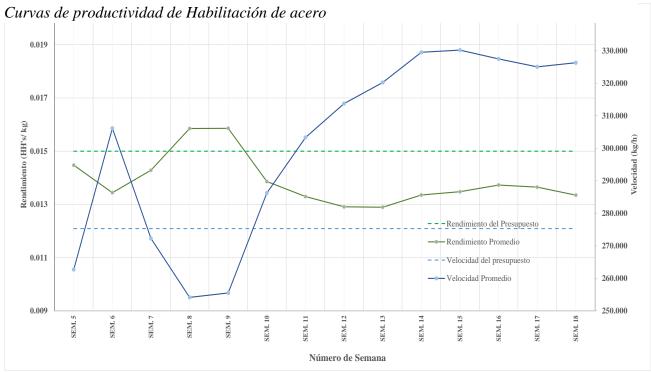
A continuación, se mostrará el ISP con todas las semanas de las partidas que se controló.

Tabla 12 *ISP de Habilitación de Acero*HABILITACIÓN DE ACERO

		Parámetros meta	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	(HH's)	3,439.96	182.5	395	560	773.5	972.5	1142.5	1355	1498.5	1726	2050.5	2287	2526.5	2706	2866
Avance acumulado	(Kg)	229,330.5	12,610.0	29,389.8	39,202.1	48,796.3	61,320.3	82,432.3	101,911.3	116,087.3	133,854.3	153,547.0	169,707.5	184,036.9	198,271.1	214,696.0
Tiempo Acumulado de la partida	(hrs)		48	96	144	192	240	288	336	370	418	466	514	562	610	658
Rendimiento Acumulado	(HH's/Kg)	0.0150	0.0145	0.0134	0.0143	0.0159	0.0159	0.0139	0.0133	0.0129	0.0129	0.0134	0.0135	0.0137	0.0136	0.0133
Velocidad Acumulada	(Kg/hrs)	275.29	262.71	306.14	272.24	254.15	255.50	286.22	303.31	313.75	320.23	329.50	330.17	327.47	325.03	326.29
H.H Gan Perd a la fecha	(HH's)		6.7	45.8	28.0	-41.6	-52.7	94.0	173.7	242.8	281.8	252.7	258.6	234.1	268.1	354.4

Fuente. Elaboración propia.

Figura 19



Nota. El rendimiento meta para la partida de habilitación de acero fue de 0.015 HH's/kg, además la velocidad meta de la partida fue de 275.29 kg/h. Elaboración propia.

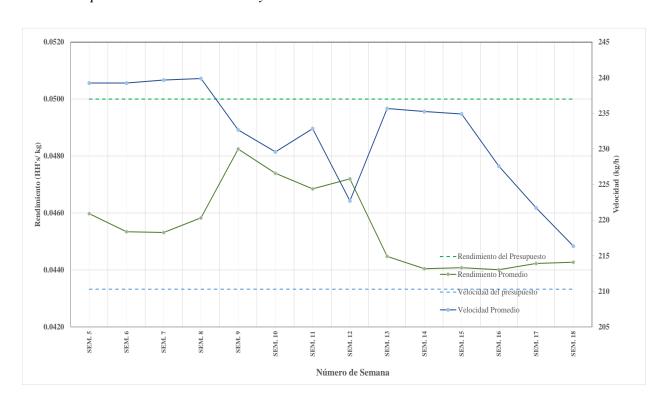
Tabla 13ISP de Armado y colocación de acero de verticales

ARMADO Y COLOCACION DE ACERO DE VERTICALES

		Parámetros meta	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	(HH's)	5,720.15	434.5	857	1287	1737	2217	2557	2907	3127	3307	3631.5	3991.5	4341.5	4721.5	5071.5
Avance acumulado	(Kg)	114,302.9	9,450.5	18,901.0	28,401.5	37,902.0	45,952.5	53,953.0	62,053.5	66,254.0	74,354.5	82,455.0	90,555.5	98,656.0	106,756.5	114,557.0
Tiempo Acumulado de la partida	(hrs)		39.5	79	118.5	158	197.5	235	266.5	297.5	315.5	350.5	385.5	433.5	481.5	529.5
Rendimiento Acumulado	(HH's/Kg)	0.0500	0.0460	0.0453	0.0453	0.0458	0.0482	0.0474	0.0468	0.0472	0.0445	0.0440	0.0441	0.0440	0.0442	0.0443
Velocidad Acumulada	(Kg/hrs)	210.30	239.25	239.25	239.68	239.89	232.67	229.59	232.85	222.70	235.67	235.25	234.90	227.58	221.72	216.35
H.H Gan Perd a la fecha	(HH's)		38.0	88.1	133.1	158.1	80.6	140.7	195.7	185.7	410.7	491.3	536.3	591.3	616.3	656.4

Fuente. Elaboración propia

Figura 20Curvas de productividad de Armado y colocación de acero de verticales



Nota. El rendimiento meta para la partida de Armado y colocación de acero de verticales fue de 0.05 HH's/kg, además la velocidad meta de la partida fue de 210.3 kg/h. Elaboración propia.

Tabla 14ISP de Armado y colocación de acero de horizontales

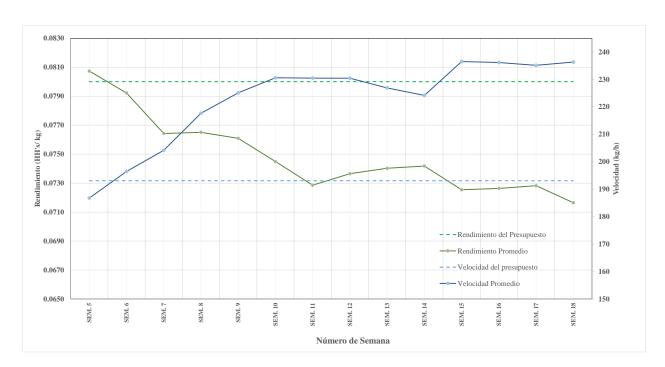
ARMADO Y COLOCACION DE ACERO DE HORIZONTALES

		Parámetros meta	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	(HH's)	8,162.16	467.5	965	1385	2065	2655	3195	3715	4065	4615	5155	5705	6235	6755	7205
Avance acumulado	(Kg)	102,027.0	5,790.5	12,181.0	18,121.5	26,992.0	34,892.5	42,893.0	50,993.5	55,194.0	62,344.0	69,494.0	78,644.0	85,844.0	92,760.0	100,560.5
Tiempo Acumulado de la partida	(hrs)		31	62	88.75	124	155	186	221.25	239.5	274.75	310	332.5	363.5	394.5	425.5
Rendimiento Acumulado	(HH's/Kg)	0.0800	0.0807	0.0792	0.0764	0.0765	0.0761	0.0745	0.0729	0.0736	0.0740	0.0742	0.0725	0.0726	0.0728	0.0716
Velocidad Acumulada	(Kg/hrs)	193.06	186.79	196.47	204.19	217.68	225.11	230.61	230.48	230.46	226.91	224.17	236.52	236.16	235.13	236.33
H.H Gan Perd a la fecha	(HH's)		-4.3	9.5	64.7	94.4	136.4	236.4	364.5	350.5	372.5	404.5	586.5	632.5	665.8	839.8

Fuente. Elaboración propia

Figura 21

Curvas de productividad de Armado y colocación de acero de horizontales



Nota. El rendimiento meta para la partida de Armado y colocación de acero de horizontales fue de 0.08 HH's/kg, además la velocidad meta de la partida fue de 193.06 kg/h. Elaboración propia.

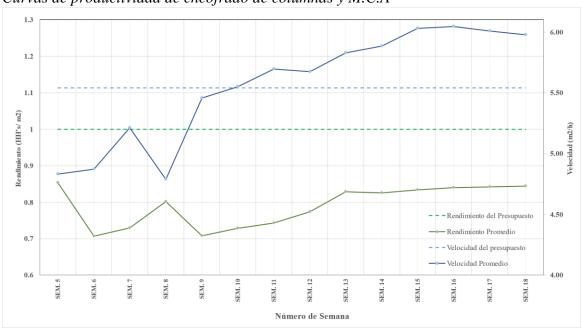
Tabla 15ISP de encofrado de columnas y M.C.A.

ENCOFRADO DE COLUMNAS Y M.C.A

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	82.5	120.5	152	203.5	208.5	242.5	283.5	316	379	437.5	455	500	546.5	590
Avance acumulado	96.65	170.47	208.47	253.69	294.61	333.08	381.67	408.55	457.59	529.7	545.7	595.58	648.85	699.35
Tiempo Acumulado de la partida	20	35	40	53	54	60	67	72	78.5	90	90.5	98.5	108	117
Rendimiento Acumulado	0.85	0.71	0.73	0.80	0.71	0.73	0.74	0.77	0.83	0.83	0.83	0.84	0.84	0.84
Velocidad Acumulada	4.83	4.87	5.21	4.79	5.46	5.55	5.70	5.67	5.83	5.89	6.03	6.05	6.01	5.98
H.H Gan Perd a la fecha	14.2	50.0	56.5	50.2	86.1	90.6	98.2	92.6	78.6	92.2	90.7	95.6	102.4	109.4

Fuente. Elaboración propia

Figura 22Curvas de productividad de encofrado de columnas y M.C.A



Nota. El rendimiento meta para la partida de encofrado de columnas fue de 1.00 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 5.54 m2/h. Elaboración propia

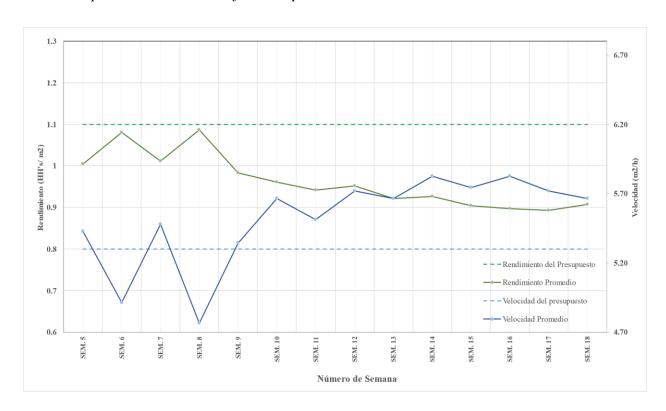
Tabla 16ISP de encofrado de placas de ascensor

ENCOFRADO DE PLACAS DE ASCENSOR

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	120	170	122	145	126	98	96	98	94	94.5	93.5	91.5	92	92.5
Avance acumulado	119.41	157.28	120.56	133.4	128.2	101.96	101.96	102.96	101.96	101.96	103.4	101.96	102.96	101.96
Tiempo Acumulado de la partida	22	32	22	28	24	18	18.5	18	18	17.5	18	17.5	18	18
Rendimiento Acumulado	1.00	1.08	1.01	1.09	0.98	0.96	0.94	0.95	0.92	0.93	0.90	0.90	0.89	0.91
Velocidad Acumulada	5.43	4.92	5.48	4.76	5.34	5.66	5.51	5.72	5.66	5.83	5.74	5.83	5.72	5.66
H.H Gan Perd a la fecha	11.4	3.0	10.6	1.7	15.0	14.2	16.2	15.3	18.2	17.7	20.2	20.7	21.3	19.7

Fuente. Elaboración propia

Figura 23 *Curvas de productividad de encofrado de placas*



Nota. El rendimiento meta para la partida de encofrado de placas fue de 1.10 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 5.30 m2/h. Elaboración propia

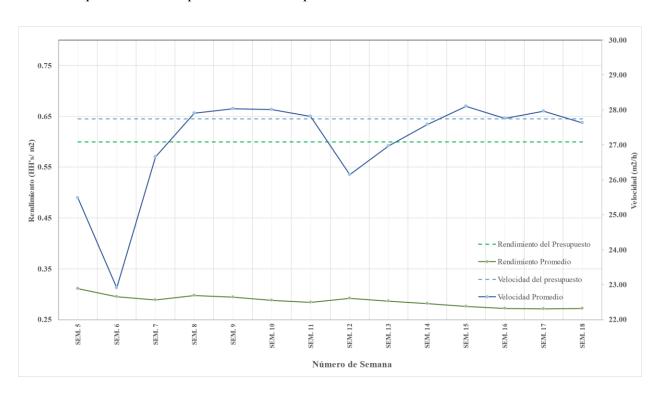
Tabla 17 *Apuntalamiento de prelosas*

APUNTALAMIENTO DE PRELOSAS

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	166.5	331.5	511.5	693.5	875.5	1040.5	1206.5	1321.5	1479.5	1635.5	1780.5	1930.5	2095.5	2140.5
Avance acumulado	535.11	1122.39	1772.77	2330.05	2972.05	3614.05	4256.05	4523.05	5165.05	5807.05	6449.05	7091.05	7733.05	7861.05
Tiempo Acumulado de la partida	21	49	66.5	83.5	106	129	153	173	191.5	210.5	229.5	255.5	276.5	284.5
Rendimiento Acumulado	0.31	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
Velocidad Acumulada	25.48	22.91	26.66	27.90	28.04	28.02	27.82	26.14	26.97	27.59	28.10	27.75	27.97	27.63
H.H Gan Perd a la fecha	47.5	117.5	197.6	238.5	313.3	405.1	495.9	487.7	586.5	687.3	799.1	905.9	997.7	1003.9

Fuente. Elaboración propia.

Figura 24 *Curvas de productividad apuntalamiento de prelosas*



Nota. El rendimiento meta para la partida de apuntalamiento de prelosas fue de 0.60 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 27.75 m2/h. Elaboración propia

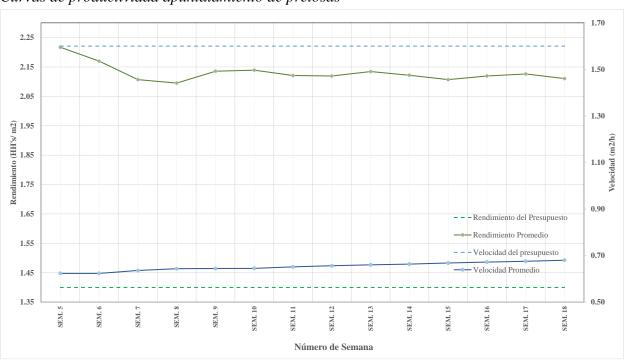
Tabla 18 *Encofrado de escaleras*

ENCOFRADO DE ESCALERAS

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	23.5	46	67	89	111.5	132.5	152	172.5	194.5	214	233	255	276.5	295
Avance acumulado	10.6	21.2	31.8	42.48	52.21	61.94	71.67	81.4	91.13	100.86	110.59	120.32	130.05	139.78
Tiempo Acumulado de la partida	17	34	50	66	81	96	110	124	138	152	165.5	179	192.5	205.5
Rendimiento Acumulado	2.22	2.17	2.11	2.10	2.14	2.14	2.12	2.12	2.13	2.12	2.11	2.12	2.13	2.11
Velocidad Acumulada	0.62	0.62	0.64	0.64	0.64	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66	0.67	0.67	0.68	0.68
H.H Gan Perd a la fecha	-8.7	-16.3	-22.5	-29.5	-38.4	-45.8	-51.7	-58.5	-66.9	-72.8	-78.2	-86.6	-94.4	-99.3

Fuente. Elaboración propia

Figura 25Curvas de productividad apuntalamiento de prelosas



Nota. El rendimiento meta para la partida de encofrado de escaleras fue de 1.40 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 1.60 m2/h. Elaboración propia.

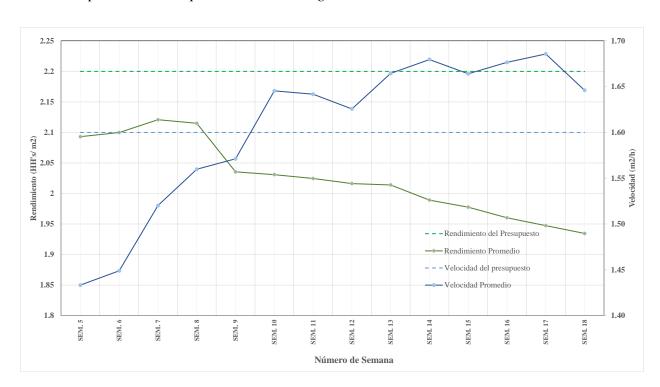
Tabla 19ISP de Apuntalamiento de vigas

APUNTALAMIENTO DE VIGA

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	144	286	432	574	678	802	924	944	1066	1176	1290	1400	1510	1528.5
Avance acumulado	68.8	136.2	203.7	271.4	333.1	394.9	456.4	468.2	529.3	591.2	652.3	714.2	775.4	790.1
Tiempo Acumulado de la partida	48	94	134	174	212	240	278	288	318	352	392	426	460	480
Rendimiento Acumulado	2.09	2.10	2.12	2.11	2.04	2.03	2.02	2.02	2.01	1.99	1.98	1.96	1.95	1.93
Velocidad Acumulada	1.43	1.45	1.52	1.56	1.57	1.65	1.64	1.63	1.66	1.68	1.66	1.68	1.69	1.65
H.H Gan Perd a la fecha	7.4	13.6	16.1	23.1	54.8	66.8	80.1	86.0	98.5	124.6	145.1	171.2	195.9	209.7
H.H Gan Perd a fin de la obra	84.6	79.2	62.7	67.3	130.1	133.7	138.8	145.3	147.1	166.7	175.9	189.6	199.8	209.9

Fuente. Elaboración propia

Figura 26Curvas de productividad apuntalamiento de vigas



Nota. El rendimiento meta para la partida de apuntalamiento de vigas fue de 2.20 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 2.00 m2/h. Elaboración propia

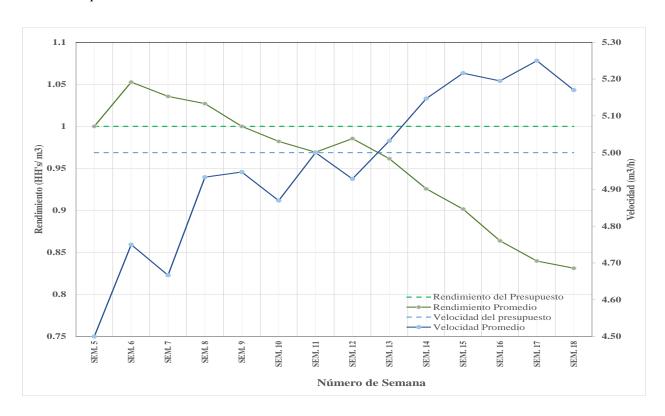
Tabla 20 *ISP de vaciado de concreto en columnas*

VACIADO DE CONCRETO EN COLUMNAS

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	9	20	29	38	47	55	63	68	75	81	87	92	97	101
Avance acumulado	9	19	28	37	47	56	65	69	78	87.5	96.5	106.5	115.5	121.5
Tiempo Acumulado de la														
partida	2	4	6	7.5	9.5	11.5	13	14	15.5	17	18.5	20.5	22	23.5
Rendimiento Acumulado	1.00	1.05	1.04	1.03	1.00	0.98	0.97	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.84	0.83
Velocidad Acumulada	4.50	4.75	4.67	4.93	4.95	4.87	5.00	4.93	5.03	5.15	5.22	5.20	5.25	5.17
H.H Gan Perd a la fecha	1.8	2.8	4.6	6.4	9.4	12.2	15.0	14.8	18.6	24.0	28.8	35.8	41.6	44.8

Fuente. Elaboración propia

Figura 27Curvas de productividad de vaciado de concreto en columnas



Nota. El rendimiento meta para la partida de vaciado de columnas fue de 1.00 HH's/m3, además la velocidad meta de la partida fue de 5.00 m3/h. Elaboración propia

Tabla 21

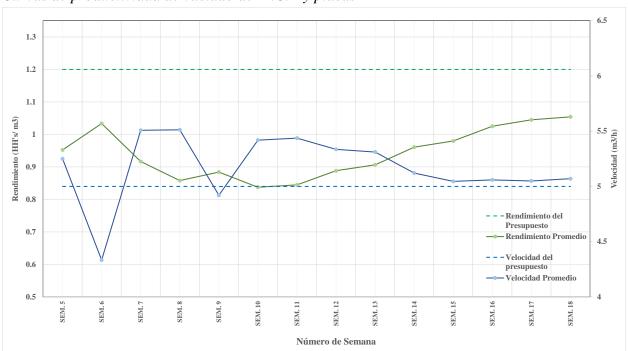
ISP de Vaciado de concreto en M.C.A y placas

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	40	107.5	154	184.5	217.5	265.5	294	346	402	467.5	484.5	570.5	638.5	652
Avance acumulado	42	104	168	215	246	317	348	389.5	443.5	486.5	494.5	556.5	611	618.5
Tiempo Acumulado de la														
partida	8	24	30.5	39	50	58.5	64	73	83.5	95	98	110	121	122
Rendimiento Acumulado	0.95	1.03	0.92	0.86	0.88	0.84	0.84	0.89	0.91	0.96	0.98	1.03	1.05	1.05
Velocidad Acumulada	5.25	4.33	5.51	5.51	4.92	5.42	5.44	5.34	5.31	5.12	5.05	5.06	5.05	5.07
H.H Gan Perd a la fecha	10.4	17.3	47.6	73.5	77.7	114.9	123.6	121.4	130.2	116.3	108.9	97.3	94.7	90.2

Fuente. Elaboración propia

Figura 28

Curvas de productividad de vaciado de M.C.A y placas



Nota. El rendimiento meta para la partida de instalación de prelosas fue de 1.20 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 5.00 m2/h . Elaboración propia.

Tabla 22ISP de instalación de prelosas

INSTALACIÓN DE PRELOSAS

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	90	178	274	363	465	555	645	665	745	825	903	963	1043	1071
Avance acumulado	515.11	1102.39	1752.77	2310.05	2952.05	3594.05	4236.05	4503.05	5145.05	5787.05	6429.05	7071.05	7713.05	7881.05
Tiempo Acumulado de la partida	25	53	83	111	140	168	198	210	238	266	296	326	356	374
Rendimiento Acumulado	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Velocidad Acumulada	20.60	20.80	21.12	20.81	21.09	21.39	21.39	21.44	21.62	21.76	21.72	21.69	21.67	21.07
H.H Gan Perd a la fecha	13.0	42.5	76.6	99.0	125.4	163.8	202.2	235.6	284.0	332.4	382.8	451.2	499.6	505.2
H.H Gan Perd a fin de la obra	194.6	296.6	336.2	330.0	327.0	350.9	367.5	402.8	425.0	442.2	458.4	491.2	498.7	493.5

Fuente. Elaboración propia

Figura 29

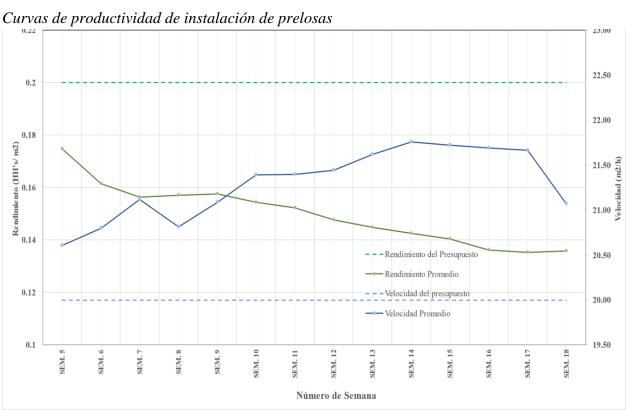


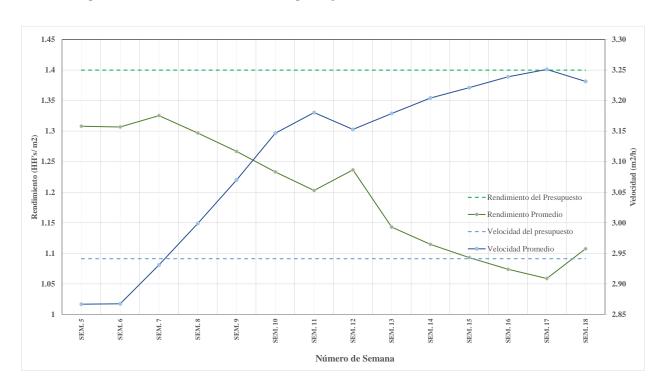
Tabla 23ISP de instalación de previgas

INSTALACIÓN DE PREVIGAS

	SEM. 5	SEM. 6	SEM. 7	SEM. 8	SEM. 9	SEM. 10	SEM. 11	SEM. 12	SEM. 13	SEM. 14	SEM. 15	SEM. 16	SEM. 17	SEM. 18
H.H Acumulado	90	178	270	352	422	487	549	579	605	659	713	767	821	875
Avance acumulado	68.8	136.2	203.7	271.4	333.1	394.9	456.4	468.2	529.3	591.2	652.3	714.2	775.4	790.1
Tiempo Acumulado de la partida	25.5	51	76	97	115	132	150	155	173	191	209	227	245	251
Rendimiento Acumulado	1.31	1.31	1.33	1.30	1.27	1.23	1.20	1.24	1.14	1.11	1.09	1.07	1.06	1.11
Velocidad Acumulada	2.70	2.67	2.68	2.80	2.90	2.99	3.04	3.02	3.06	3.10	3.12	3.15	3.16	3.15
H.H Gan Perd a la fecha	6.3	12.7	15.2	28.0	44.3	65.9	90.0	76.5	136.0	168.7	200.2	232.9	264.6	231.1

Fuente. Elaboración propia

Figura 30Curvas de productividad de instalación de previgas



Nota. El rendimiento meta para la partida de instalación de previgas fue de 2.20 HH's/m2, además la velocidad meta de la partida fue de 1.65 m2/h. Elaboración propia.

3.6.2.2 Nivel General de Actividades (N.G.A).

La frecuencia con la que se obtuvo los datos de campo fue cada 30 días, se acordó este periodo adecuado para el personal que realizará esta labor con el fin de evitar sobrecargarlo en sus funciones.

La toma de datos se centró con más detalle en los trabajos contributorios y no contributorios, ya que son estas actividades las que no generan valor y debemos escatimar esfuerzos para no sobreproducir sobreinformación ya que esto también es considerado una de los 8 desperdicios.

Tabla 24Primera toma de datos para el NGA (12.02.21)

Nº	Cuad.	TP	TC M I L T X	TNC BDRENV	Nº	Cuad.	TP	TC M I L T X	TNC B D R E N V	Nº	Cuad.	TP	TC M I L T X	TNC BDRENV
1	Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	81	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	161	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
3	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	82	Encof	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	162		0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
4	Acero Concr	o	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	83	Encof Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	163 164	Acero Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
5	Encof	0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	85	Acero	o	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	165	Acero	ō	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
6	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	86	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	166	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
8	Acero Acero	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	87 88	Encof Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	167 168	Acero Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
9	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	89	Acero	o	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	169	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
10	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	90	Encof	0	0 0 0 0 0		170	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
11	Acero	1	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	91	Acero Acero	0		0 0 1 0 0 0	171 172	Acero Concr	0	0 0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 1
13	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0	93	Acero	Ö	0 0 0 0 0		173	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
14	Acero	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	94	Acero	0	0 0 0 0 0		174	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
15	Encof Acero	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	95 96	Acero Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	175 176	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
17	Acero	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0	97	Acero	1	0 0 0 0 0		177	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
18	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	98	Acero	0		0 0 0 0 0 1	178 179	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
20	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	99	Acero Concr	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0	180	Acero Concr	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
21	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1	101	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	181	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0
22	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	102	Acero	1	0 0 0 0 0		182	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
24	Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	103	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	183 184	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
25	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	105		1	0 0 0 0 0		185	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
26 27	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	106	Acero	1		0 0 0 0 0 0	186 187	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
28	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	107	Acero Concr	1	0 0 0 0 0		188	Concr	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
29	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	109	Concr	Ō	0 0 0 0 1		189	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
30	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	110		1		0 0 0 0 0 0	190	Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
32	Acero	ò	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	111	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	191 192	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
33	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	113		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	193	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
34	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0	114	Acero	1	0 0 0 0 0		194	Acero	0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0
36	Concr	o	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	115		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	195 196	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
37	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	117	Concr	o	0 0 0 1 0		197	Acero	ō	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0
38	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	118		0		0 0 0 0 0 1	198 199	Acero Encof	0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
40	Acero	o	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	119 120	Acero Acero	0 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	200	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
41	Acero	0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	121	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	201	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0
42	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	122 123	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0	202	Encof Acero	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
44	Concr	o	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	123	Acero Acero	0		0 0 0 0 0 1	203	Acero	ó	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
45	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0	125	Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	205	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0
46	Concr	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0	126 127	Acero Encof	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	206 207	Encof Encof	0	0 0 0 1 0 1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
48	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	128	Acero	0	0 0 0 0 1		208	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
49	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	129	Acero	0	0 0 0 1 0		209	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
50 51	Acero	0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	130	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	210 211	Acero Concr	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
52	Concr	Ö	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	132		ó	0 0 0 0 0		212	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0
53	Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0	133		1	0 0 0 0 0		213	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0
54 55	Acero Encof	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	134	Encof Encof	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	214 215	Acero Acero	1	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
56	Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0	136		0	0 0 0 0 0		216	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
57	Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	137	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	217	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
58 59	Encof Acero	1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	138	Acero Encof	1 0	0 0 0 0 0		218 219	Acero Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0
60	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0		Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	220	Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0
61	Acero	1	0 0 0 0 0		141	Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	221	Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0
62	Encof Encof	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	142	Acero Acero	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	222 223	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
64	Concr	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	144	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	224	Concr	o	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
65	Acero	0 1		0 0 0 0 0 0	145	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	225	Concr	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0
66	Acero Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	146 147	Acero Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	226 227	Acero Acero	0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
68	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	147	Acero	0		0 0 0 0 0 0	228	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0
69	Acero	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	149		0		0 0 0 1 0 0	229	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
70	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	150 151	Concr Acero	0		0 0 0 1 0 0	230 231	Acero Acero	1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
72	Acero	ō	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	152		0		0 0 0 0 0 0	232	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0
73	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	153	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	233	Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0
74 75	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	154		0	0 0 0 0 1		234	Acero Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0
76	Acero	ó	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	155 156		0 1		0 0 0 0 0 0	235 236	Acero	0	0 0 0 1 0 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
77	Encof	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	157	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	237	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
78 79	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0		Acero	1	0 0 0 0 0		238	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1
80	Acero	o		0 0 0 0 0 0		Encof Acero	0	0 0 0 0 1 0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0		Acero		0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
					, .55	9	-							

Nº	Cuad.	TP	TC	TNC	Nº	Cuad.	TP	TC		_	NC	Nº	Cuad.	TP		TC			TNC
			MILTX	***************************************				MILTX			NV	<u> </u>			M		TX		ENV
	Acero Encof	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	321	Acero Acero	1	0 0 0 0 0			0 0 0	11	Concre	0	0 0	0 0		0 0 1	
	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1			1	0 0 0 0 0			0 0	11	Acero	0		0 0		0 0 0	
	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0			0	0 0 0 0 0		0 0 0	~~~~~~	41	Acero	0		0 1			0 0 0
245		0 1	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0			0 1	0 0 0 0 0	0		0 0 0	1-	Encofr ubtotal	0 121		0 0	35 10		0 0 0 0 6 13 45 28
246 247	Acero Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	1		1	0 0 0 0 0		0 0 0		11—	Total	121	20 10	144	100	13 0 11	_
	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			1	0 0 0 0 0			0 0								
	Concr	1	0 0 0 0 0	**************************************			1	0 0 0 0 0			0 0 0								
250 251	Concr Concr	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	1		1 1	0 0 0 0 0		0 0 0	0 0 0								
252		0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0	0			j							
	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0			0	0 0 0 0 0		1 0 (
	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	334		0	0 0 0 0 0		0 0 0	0 0 1								
	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			1	0 0 0 0 0			0 0	İ							
	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			1	0 0 0 0 0			0 0								
	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	338		0	0 0 0 1 0		0 0 0 0 0 0	0 0 0								
260	Acero Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0		0 0 0									
	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	341	Acero	0	0 0 0 1 0	0	0 0 0	0 0								
	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1			0	0 0 0 1 0			0 0	ļ							
	Encof Acero	0 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1			0	0 0 0 0 1		0 0 0 0 1 0									
265		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0	0										
266		0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0			0 0]							
	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1			1 0	0 0 0 0 0 0		0 0 0 0 0 0									
268 269	Acero Acero	0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	1		1	0 0 0 0 0			0 0	l							
	Encof	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0			0	0 0 0 0 0	0	1 0 (0 0								
271	Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	351		0	0 0 0 0 0			0 0								
	Acero Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0		Concr Concr	0	0 0 0 0 1	~~~~		0 0 0								
274		0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			1	0 0 0 0 0	~~~~	0 0 0	~~;~~~;~~~								
275		1	0 0 0 0 0		355		0	0 0 0 0 0	~~~~	~~;~~~	0 1								
276 277	Acero Acero	0 1	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	356		0	0 0 0 0 0	0		0 0 1								
278		0	0 0 0 0 0		358		1	0 0 0 0 0			0 0								
279		0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			0	0 0 0 1 0		0 0 0									
	Concr	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	360 361	Concr Concr	0	0 0 0 1 0			0 0 0								
281 282	Concr Acero	1	1 0 0 0 0 0 0 0 0	4			0	0 0 0 1 0		0 0 0	~~~~								
	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0			1	0 0 0 0 0		0 0 0									
284		0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	364		0	1 0 0 0 0			0 0								
285 286		0 1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0		Concr Concr	0	0 0 0 0 0		0 0 1	~~~~								
287	Acero	0	0 0 0 0 0		367		1	0 0 0 0 0		0 0 0									
	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	1		0	1 0 0 0 0		0 0 0									
289 290		0	0 0 0 0 0 0	4	1		0	0 0 0 0 1		0 0 0	0 0 0								
291		1	0 0 0 0 0		1		0				0 0								
	Acero	0	0 0 0 0 0	4		Acero	1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			0 0								
293	Concr Concr	0	0 0 0 0 0			Concr	0 1	0 0 0 0 1											
295		1	0 0 0 0 0				0	1 0 0 0 0			0 0								
	Concr	0		0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 1 0											
297 298		0	0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0	377 378		0	1 0 0 0 0 0 0 0 0			0 0 0								
	Acero	0		0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0	0	0 0 0	0 0	1							
	Acero	1		0 0 0 0 0 0	380	Acero	0	0 0 0 1 0	0	0 0 0	0 0								
	Acero Acero	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	381		0	0 0 0 0 0			0 0 1								
	Acero	0		0 0 0 0 0 0			0				0 0 0								
304	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 1 0	384	Acero	0	0 0 0 0 0	0	0 1 (0 0								
	Acero Acero	0	1 0 0 0 0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	1		0	0 0 0 0 0			0 0 1								
	Encof	0	0 0 0 0 0				0	0 0 0 0 0			0 0 0	1							
308	Acero	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	388	Acero	0	0 0 0 1 0	0	0 0 0	0 0								
	Acero	0	0 0 0 0 0				0				0 0								
	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	1		1 1	0 0 0 0 0				1							
	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0			1	0 0 0 0 0	0	0 0 0	0 0]							
	Acero	1		0 0 0 0 0 0	1		1	0 0 0 0 0	0	0 0 0	0 0]							
	Encof Encof	0	0 0 0 0 0			Concr Concr	1	0 0 0 0 0				ł							
	Acero	0		0 0 0 0 0 0	၁၁၁	COLICI	•	1310101010		0 1 0 1 0	0 0	ı							
317	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0															
	Acero Encof	1 1		0 0 0 0 0 0															
	Encof			0 0 0 0 0 0															
			aboración	*······															

Una vez realizado el conteo correspondiente a cada tipo de actividad, se calculó el porcentaje del tiempo total, que es el cociente de la cantidad de mediciones entre el total de mediciones realizadas, tomando por ejemplo la actividad de realizar mediciones como se muestra en la Tabla 25, se registró con 28 mediciones y considerando un total de 400 mediciones realizadas según la Tabla 24, se logra calcular un porcentaje del 7% como indica la Tabla 25, vale decir que es el porcentaje del tiempo total que le dedican los trabajadores a realizar dicha labor.

Tabla 25Cálculo de porcentajes de TC y TNC (primera toma de datos)

Descripción	Cant.	% del tiempo total
M: Mediciones	28	7.0%
I: Instrucciones	18	4.5%
L: Limpieza	13	3.3%
T: Transporte con carga	50	12.5%
X: Otros	35	8.8%
B: Necesidades fisiológicas	10	2.5%
D: Descanso	15	3.8%
R: Trabajo rehecho	8	2.0%
E: Esperas	16	4.0%
N: Tiempo Ocioso	13	3.3%
V: Transporte sin carga	45	11.3%
Y: Otros	28	7.0%

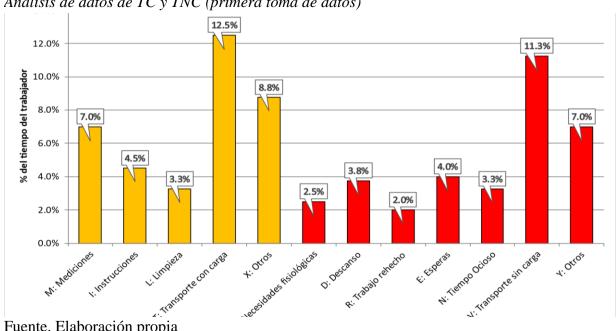


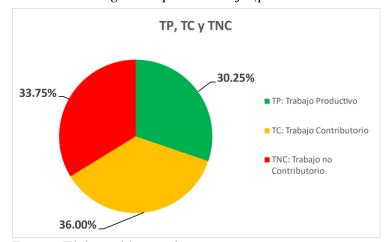
Figura 31 Análisis de datos de TC y TNC (primera toma de datos)

De la primera toma de datos para el NGA, se puede visualizar que los trabajos de mediciones, transporte con carga y otros, son los de mayor porcentaje en el tipo de trabajo contributorio. Por otro lado, en los trabajos no contributorio, se tiene los transportes sin carga, los descansos y las esperas como actividades que mayor toman tiempo.

Para la primera toma de datos se obtuvo 30% de TP, 36% de TC y 34% de TNC

Figura 32

Distribución según el tipo de trabajo (primera toma de datos)



Estos resultados son importantes debido a que sirvieron para saber en las próximas mediciones si se está mejorando o no y cuánto.

Tabla 26Última toma de datos para el NGA (07.05.21)

Nº	Cuad.	TP	TC M I L T X	TNC B D R E N V	Nº	Cuad.	TP	TC M I L T X	TNC B D R E N V	Nº	Cuad.	TP	TC TNC M
1	Concr	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	81	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	161	Acero	0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
2	Concr		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	82	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0		Encof	0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
3	Acero		0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	83	Encof	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	163		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
4 5	Acero Encof		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	84 85	Acero Acero	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	165	Acero Acero	0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
6	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	86	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	166		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
7	Acero	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	87	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	167		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
8	Encof Acero	١.	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	88 89	Acero Acero	0 1	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	168 169		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
10	Concr		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	90	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	170		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
11	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	91	Concr	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	171	Acero	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
12 13	Encof Encof		0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	92 93	Concr Concr	1 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	172 173		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
14	Concr		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	94	Acero	o	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	174		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
15	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	95	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	175		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
16 17	Concr		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	96 97	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	176 177	Acero Acero	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
18	Encof		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	98	Acero	o	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	178		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0
19	Acero		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0	99	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	179		0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
20 21	Acero Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	100 101	Concr Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	180 181		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
22	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	102	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	182		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
23	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	103	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	183		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
24 25	Acero Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	104 105	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	184 185		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
26	Acero		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	106		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	186		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
27	Encof		0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	107	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	187		0	0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
28	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	108	Concr	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	188		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
29 30	Concr		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	109 110	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	189 190		0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
31	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	111	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	191	Concr	0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
32	Encof		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	112		0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	192		0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
33 34	Encof Acero		0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	113 114	Encof Encof	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	193 194		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
35	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	115	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	195		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
36	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	116	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	196		0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
37 38	Encof		1 0 0 0 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	117	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	197 198		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
39	Acero Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	118 119		1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	199		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
40	Encof		0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	120	Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	200		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
41	Acero		0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0	121	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	201	Concr	0	0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
42 43	Acero Acero		0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0	122 123	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	202		0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
44	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	124		0	0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0	204		0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
45	Acero		0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	125	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	205		0	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
46 47	Acero Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	126 127	Acero Acero	0 1	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0	206		1 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
48	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	128		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	208		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0
49	Acero		0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	129	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	209		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
50 51	Concr		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	130 131	Encof Encof	1 0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	210	Acero Acero	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
52	Concr		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	132	I I	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	212		o	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
53	Acero		0 1 0 0 0	0 0 0 0 0	133	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	213		0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
54 55	Acero Encof		0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	134 135	Acero Encof	1 1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	214 215		0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
56	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	136		0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0	216		1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
57	Acero		0 1 0 0 0	0 0 0 0 0	137		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	217		0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
58 59	Encof			0 0 0 0 0 0		Encof			0 0 0 1 0 0		Encof Acero	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
60	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	139		0	0 0 0 0	0 0 1 0 0 0	219		1	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
61	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	141	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	221	Acero	o	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
62	Encof		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0		Acero		1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	222		0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
63 64	Encof Concr		0 0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	143 144	Acero Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	223	Acero Acero	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
65	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	145		Ó		0 0 0 0 0 0	225		1	0 0 0 0 0 0 0 0 0
66	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0	146		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	226	Acero	0	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
67 68	Encof Encof		0 0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1	147 148		0 1	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0		Encof Encof	0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
69	Acero			0 0 0 0 0 0		Encof	1		0 0 0 0 0 0		Concr	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
70	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	150	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	230	Acero	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
71	Acero		0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0	151		1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	231	Acero Encof	0	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
72 73	Acero Acero		0 0 0 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1	152	Encof Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 1 0 0		Encor	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
74	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1		Acero	o	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0		Acero	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
75	Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	155			0 0 0 0 0	1 0 0 0 0 0		Acero	0	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
76 77	Acero Encof		0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0		Acero Acero		0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1		Concr Encof	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
78	Encof			0 0 0 0 0 1		Acero			0 0 0 0 0 0		Acero	o	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
79	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	159	Encof	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	239	Acero	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
80	Acero	1	0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	160	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	240	Encof	0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

Nº	Cuad	TP	TC	TNC	NIO	רוייין	TD	TC				TNC	N IO	ر	-		TC	;			TNC
	Cuad.	TP	M I L T X	BDRENV		Cuad.	1	M I L T	X	B D	R	E N V 0 0 0	No	Cuad.		M	L	T	ХВ	D R	E N 1
	Acero Acero	0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	322	Acero Acero	0	0 0 0 1	0	0 0	0	0 0 0	396	Encof Acero	1 0	0 (1 (0 0	0 1 0 0	0 0 0
	Acero Acero	0	0 0 0 0 0	4	323 324	Encof Encof	0		0 0	0 0		0 1 0		Acero Acero	0	0 (0 0		0 0	0 0	0 0
245	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	325	Acero	1	0 0 0 0	0 0	0 0	0	0 0 0	400	Acero	0	0 (0 0	1 (0 0	0 0	0 0 0
	Encof Encof	1 1	0 0 0 0 0		326 327	Acero Encof			0 0	0 0		0 0 0		btotal otal	138 138	20 1	7 21 125		0 12	13 16	38 7 4
248	Acero	0	0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	328	Encof	0	0 0 0 0	0 0	0 0	0	0 1 0		otai	100		120				
	Acero Concr	0	0 0 0 0 0	4	329 330	Acero Concr			0 0	0 0 0 0		0 0 0									
251	Concr	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	331	Acero	0	0 0 0 0	0 0	0 0	0	1 0 0									
	Concr Acero	0	0 0 0 0 1		332	Encof Encof	1		0 1	0 0		0 0 0									
254	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	334	Acero		0 0 0 0	0 (0 0	0	0 0 0									
	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0		335 336	Acero Acero			0 0	0 0		1 0 0 0 0 0									
257	Encof	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	337	Encof	1	0 0 0 0	0	0 0	0	0 0 0									
	Encof Acero	1 1	0 0 0 0 0		338	Acero Acero) 1	0 0		0 0 0									
260	Acero	0	0 0 0 0	0 1 0 0 0 0	340	Encof	0	0 0 0 0	0	0 0	0	1 0 0									
	Acero Encof	1 0	0 0 0 0 0		341 342	Acero Acero		0 0 0 0	0	0 0		0 0 0									
263	Encof	0	0 0 0 0		343			0 0 0 0		0 0		0 0 1									
	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0		344 345	Acero Acero			0	0 0		0 0 1									
266	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	346	Acero		0 0 0 0		0 0		0 0 0									
	Encof Acero	0	0 0 0 0 0		347 348	Acero Concr	1 0	0 0 0 0		0 0											
269	Acero	0	0 0 0 1 0	0 0 0 0 0 0	349	Acero		0 0 0 0		0 1											
	Encof Concr	0	0 0 0 1 0		350 351	Concr Concr	0	0 0 0 1	~~~~	0 0	www.	0 0 0									
	Concr	0	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	352		0	0 0 0 0		0 0		0 0 0									
	Acero Acero	0	0 0 0 1 0		353 354	Concr Acero	1	0 0 0 0		0 0		0 0 0									
	Acero	1	0 0 0 0 0		355	Acero		0 0 0 0		0 0		0 0 1									
	Encof Encof	0 1	0 0 0 0 1	0 0 0 0 0 0	356 357	Acero Acero		0 0 0 0		0 0 0 1		;									
	Acero Acero	0	0 0 0 0 0		358 359	Acero Acero		0 0 0 0		0 0											
	Encof	0 1	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0		360		0	0 0 0 1	~~~~	0 0	~~~~	·									
	Encof	0	1 0 0 0 0		361 362	Concr Acero	0	0 0 0 1		0 0		·									
	Acero Concr	1 0	0 0 0 0 0	4	363	Acero	1	0 0 0 0		0 0		0 0 0									
	Concr Acero	0	0 0 0 0 0 0	4	364 365	Acero Concr	1	0 0 0 0		0 0	~~~~	,									
	Acero	1	1 0 0 0 0 0 0 0 0		366	Concr	0		0	0 0	0	·									
	Acero Concr	0	0 0 0 0 0		367 368	Acero Concr	1	0 0 0 0	0 0	0 0		0 0 0									
	Concr	0	0 0 0 0 0	+	369	Concr	o	0 0 0 0	~~~~	0 0	~~~~	,									
	Acero Acero	1 1	0 0 0 0 0	4	370 371	Acero Acero		1 0 0 0	0	0 0	m	0 0 0									
292	Acero	Ó	0 0 0 0 0		372				0	0 0		0 0 0									
	Concr	0	0 0 0 0 0		373 374	Concr	0	0 0 0 0	0 1	0 0		0 0 0									
295	Concr	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	375	Acero	1	0 0 0 0	0 0	0 0	0	0 0 0									
	Concr Concr	0	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	376 377	Acero Acero			0		~~~~	0 0 0									
298	Acero	0	1 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	378	Acero	0	0 0 0 0	0 (0 0	0	1 0 0									
	Acero Acero	0 1	0 0 1 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	379 380	Encof Acero	0		0	0 0		0 0 0									
301	Concr	0	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1	381	Acero	0	0 0 0 0	0 (0 0	0	0 0 1									
	Concr Acero	0	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 0	382 383	Encof Acero	0	0 0 0 0	0 0	0 0	0	0 0 1 0 0 0									
304	Acero	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	384	Acero	1	0 0 0 0	0	0 0	0	0 0 0 0 0 0									
	Encof Acero	0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	385 386	Acero Acero	1 0	0 0 0 0	0 0	0 0 0 0	0	0 0 0									
307	Acero	0	0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	387	Encof	1		olo	0 0	0	0 0 0									
	Encof Acero	0 1	0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	388 389	Encof Acero	0	0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0 0	0 0	0	0 0 0 0 0 0									
310	Acero	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	390	Acero	0	0 0 0 0) i o l	0:0	0	1 0 0 0									
	Acero Encof	1 0	10,0001,0	0 0 0 0 0 0	391 392	Acero Encof	1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0	0 0	0 0 0 0	0	0 0 0									
313	Encof	0	0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 0	393	Acero	0	0 1 0 0	0	0 0	0	0 0 0									
	Concr Acero	0		0 0 0 0 0 0		Acero Encof		1 0 0 C	0 0	0 0	0	0 0 0									
316	Acero	1	0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	1 000	1211001	, ,	101010		<u> </u>			'								
	Encof Encof	0	0 0 0 0 0	0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0																	
319	Acero	0	0 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0																	
	Acero	1 121	10 0 0 0 0	10 0 0 0 0 0																	
Fue	ente.	El	laboración	propia																	

Tabla 27Cálculo de porcentajes de TC y TNC (última toma de datos)

Descripción	Cant.	% del tiempo total
M: Mediciones	22	6%
I: Instrucciones	17	4%
L: Limpieza	21	5%
T: Transporte con carga	47	12%
X: Otros	20	5%
B: Necesidades fisiológicas	12	3%
D: Descanso	13	3%
R: Trabajo rehecho	16	4%
E: Esperas	28	7%
N: Tiempo Ocioso	7	2%
V: Transporte sin carga	41	10%

Figura 33 *Análisis de datos de TC y TNC (última toma de datos)*

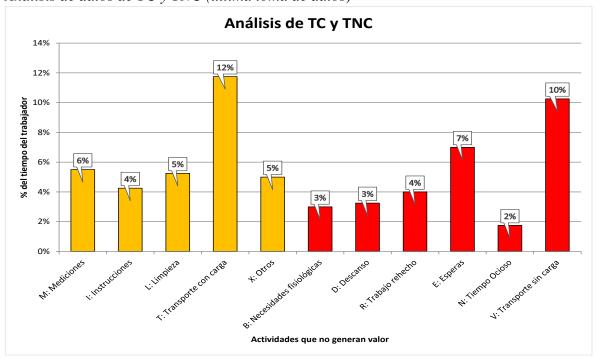
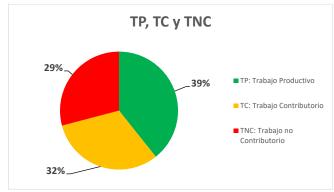


Figura 34Distribución según el tipo de trabajo (última toma de datos)



3.6.2.3 Cartas Balance

El mismo personal que realizará la toma de datos para el NGA, también realizará las cartas balance con el objetivo de controlar el rendimiento y la velocidad de las cuadrillas.

Tabla 28Toma de muestra para cartas balance en encofrado de verticales

N°	Pomar, J.	Arias, M.	Zaens, R.	Obregón, F.	Huaman, E.	Chumbes , J.
	OP	PE	OP	PE	OP	PE
1	SR	Т	В	Е	М	AD
2	SPA	cs	M	Е	I	AD
3	Т	CS	SPE	<u> </u>	SPA	AD
4	SPA	AD	SPE	Т	SPA	Е
5	ı	l	SPE	L	SPE	В
6	SPA	AD	SPE	D	SPE	Т
7	SPO	AD	M	T	N	Т
8	SPO	Α	E	Т	Е	cs
9	М	SPA	SR	SR	SPE	L
10	D	Т	SR	В	SPE	D
11	SPO	D	M	AD	SR	AD
12	SPO	E	SR	AD	SR	AD
13	E	Т	SR	Т	I	cs
14	SPO	Т	SPA	SPA	SR	AD
15	В	Т	SPA	SPA	SR	Х
16	SPO	R	SPA	Е	SR	Е
17	SPO	Т	V	SPA	SR	AD
18	cs	L	SPA	SPA	N	AD
19	SPO	L	SPA	V	SR	V
20	М	AD	D	l	I	ı
21	SPO	Т	SPA	L	В	L
22	ı	l	SPA	L	I	I
23	N	L	SPO	Т	SPA	cs
24	SPO	D	SPO	M	SPO	M
25	X	М	М	В	М	В
26	SPO	М	SPO	М	SPO	M
27	М	L	X	Χ	SPO	X
28	SPE	L	M	X	SPO	Х
29	V	N	Α	N	SPO	N
30	SPE	L	Α	R	SPO	N
31	SPE	В	Α	D	SPO	D
32	SPE	L	Α	Т	Α	Α

N°	Pomar, J.	Arias, M.	Zaens, R.	Obregó n, F.	Huaman, E.	Chumbes, J.
	OP	PE	OP	PE	OP	PE
33	SPE	Х	SPA	Т	SPE	AD
34	M	L	SPA	В	SPE	В
35	SPE	L	М	Т	M	cs
36	SPE	М	SPA	SPA	ı	Т
37	SPE	М	SPA	D	SPE	D
38	N	L	N	Т	SPE	AD
39	SPE	L	SPA	Т	SR	SR
40	SPE	Υ	D	cs	SR	Т
41	SPE	AD	Е	E	SR	R
42	M	AD	ı	AD	SR	L
43	E	SPA	SPE	В	R	В
44	SPE	М	SR	AD	N	AD
45	SPE	Т	SR	Т	SPA	Т
46	SPE	Α	SR	E	SPA	E
47	SR	Т	D	cs	cs	Т
48	M	Т	SR	AD	cs	AD
49	SR	SR	М	V	SPA	V
50	R	E	1	AD	SPO	L
51	R	N	SPA	AD	SPO	AD
52	M	D	SPO	AD	ı	L
53	D	V	SPO	В	Е	В
54	SR	R	Е	AD	SPO	L
55	SR	AD	Е	Т	SPO	Т
56	E	М	N	E	V	E
57	SR	SR	SPO	М	SPO	SPA
58	SPA	AD	SPO	М	SPO	N
59	Х	ı	ı	X	Α	Х
60	SPA	Υ	Α	Х	Α	Х
61	V	ТА		N	M	N
62	SPA	CS A		N	Α	SPA
63	SPA	cs	D	D	Α	Α
64	M	AD	Α	Т	Α	Α

N°	Pomar, J.	Arias, M.	Zaens, R.	Obregón, F.	Huaman, E.	Chumbes , J.
	OP	PE	OP	PE	OP	PE
65	SPO	1	SPE	CS	Α	Α
66	SPO	Т	SPE	CS	D	Т
67	1	Α	SPE	Е	Α	Α
68	Y	Α	ı	ı	N	Е
69	Α	Α	SR	SR	Α	Т
70	Α	Т	SR	SR	Α	Т
71	Α	L	SR	V	Α	V
72	М	E	ı	cs	Α	Т
73	Α	E	M	D	SPA	D
74	Α	N	SPA	В	SPA	В
75	D	V	l I	L	М	L
76	SPE	V	SPA	L	SPE	cs
77	SPE	R	SPA	Т	SPE	L
78	SPE	R	L	L	SPE	L
79	M	E	N	cs	SPE	Т
80	SPE	SPA	cs	E	SPA	E
81	SPE	L	R	AD	D	L
82	SPE	Т	ı	AD	ı	1
83	SPE	E	N	AD	SPA	cs
84	SPA	R	SPO	AD	SPA	V
85	SPA	SR	SPO	L	SPA	L
86	SPA	SR	SPO	L	SPA	L
87	SPA	AD	SPO	Т	E	т
88	V	М	V	M	SPO	SPO
89	M	M	Y	M	N	M
90	1	SPA	М	В	ı	1
91	Α	SPA	SPE	Х	SPO	Х
92	Α	Y	SPE	Х	V	Х
93	N	AD	Α	Α	SPO	cs
94	Α	Т	Α	Α	SPO	SPO
95	cs	cs	Α	D	М	cs
96	SPE	М	Α	Α	SPO	Т
97	SPE	Т	Α	Т	SPO	Т

N°	Pomar, J.	Arias, M.	Zaens, R.	Obregó n, F.	Huaman, E.	Chumbes, J.
	OP	PE	OP	PE	OP	PE
98	SPA	Т	SPE	Т	SPE	N
99	ı	Т	N	cs	E	Т
100	SPA	V	E	L	SPE	Υ
101	D	Т	N	Т	SPE	cs
102	SPA	E	SPE	В	R	В
103	N	SPA	SPE	D	SPE	cs
104	SPA	Т	SPE	E	SPE	E
105	SPA	D	SPE	Т	D	Т
106	SPA	В	Т	L	SPE	L
107	SPA	В	SPE	V	SPE	V
108	SPA	E	SPE	L	SPE	Y
109	E	Т	SPE	L	SPE	D
110	SPA	V	E	Т	SPE	SPE
111	SPA	М	R	L	Т	ı
112	l .	L	SR	Т	В	Т
113	SR	D	SR	Е	SR	Е
114	SR	V	SR	L	SR	Y
115	SR	SR	SR	1	SR	Y
116	SR	SR	SR	L	М	L
117	SPO	Т	SPA	L	SR	SR
118	SPO	М	ı	L	SR	SR
119	SPO	D	SPA	В	D	В
120	E	cs	В	1	ı	ı
121	SPO	Х	SPA	М	Т	Е
122	SPO	cs	М	М	N	М
123	SPO	E	CS	М	D	D
124	M	CS	SPO	Х	cs	Х
125	SPO	N	SPO	Х	SPA	Х
126	SPO	E	SPO	N	SPA	N
127	Α	CS		Α	В	SPA
128	Α	D	Е	Α	SPA	D
129	Α	L	Α	Α	Α	Α
130	Α	L	Α	CS	1	Т

	TRABAJO PRODUCTIVO			I	
TP	TRABAJO PRODUCTIVO	TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TNC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
SPE	Sujeción de paneles metálicos a esquinero con chavetas.	CS	Colocación de separadores de concreto	R	Retrabajo
SR	Sujeción de rieles con tensores.	AD	Aplicación de desmoldante	N	Tiempo ocioso
SPA	Sujeción de Paneles metálicos adyacentes con chavetas.	M	Medir	D	Descanso
SPO	Sujeción de Paneles metálicos opuestos con barra roscada y bolillos.	Т	Transporte de Piezas	V	Viajes
Α	Apuntalamiento	L	Limpieza	Е	Esperas
		- 1	Instrucciones	В	Necesidades fisiológicas
		Х	Otros	Υ	Otros

Fuente. Elaboración propia

En el proceso de vaciado de elementos verticales u horizontales se identificó un exceso de tiempo de espera, lo que llevo hacer una búsqueda de soluciones, entre ellas fue la mejora de la planeación de la solicitud de requerimiento de concreto.

3.6.3 Procesos realizados mediante el concepto Constructabilidad

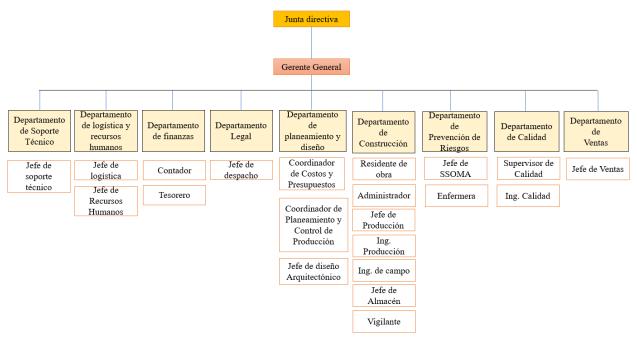
3.6.3.1 Programa Probeco

El programa se creó en la etapa de diseño, sin embargo, su alcance es para todas las etapas del proyecto, está compuesto de actividades, recomendaciones y herramientas que están orientados a la mejora de la gestión del proyecto en estudio y otros que se avizoren.

El objetivo del programa es de servir como plan y fuente de consulta en cuanto a prácticas relacionadas al benchmarking y constructabilidad se refiera, así como también va dirigido a todos los integrantes del proyecto para que sea puesto en práctica en el desarrollo de sus actividades.

Los integrantes que conforman el proyecto están organizados como indica la Figura 35.

Figura 35 *Organigrama de la empresa*



El programa incluye planes en donde se indica la necesidad de programar semanalmente reuniones en obra y con gerencia, en donde se tratará temas de constructabilidad y planeamiento.

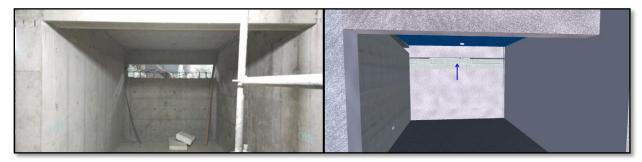
Es muy importante establecer hitos en las reuniones. Así como también documentar las restricciones y compromisos del equipo en la sesión para que posteriormente sea evaluado, así podríamos saber si se cumplió, está en proceso o no se trabajó en ello.

Adicionalmente se consideró un plan para el mantenimiento de los equipos con el fin de darles continuidad; evitando así paralizaciones, pérdidas de tiempos arreglándolos en campo o deterioro de los mismos, este documento fue llamado "Plan para la gestión de activos".

Así como también, se realizó un plan para la contratación de personal de mano de obra, en que consistía en hacer entrevistas al personal por parte del ingeniero de campo, ingeniero de producción o capataz de la cuadrilla y finalmente evaluarlos con un puntaje al término de su servicio para poder ser llamados para futuros proyectos. El nombre del documento fue llamado "Plan para la Gestión del Talento"

Por otro lado, se consideró herramientas como el Brainstorming o también conocido como lluvia de ideas para la solución de problemas en todas las fases del proyecto, además se usaron modelos BIM para la obtención de metrados de las partidas más incidentes, también se usó para la detección de interferencias de los elementos de las distintas especialidades durante la fase de diseño, el modelado también permitió reducir los RFI's en la fase operativa, lo que permitió un ahorro valioso de tiempo. Otras de las herramientas que se uso fue el crear un banco de lecciones aprendidas en donde se mencione los errores, aciertos y recomendaciones de los sistemas constructivos empleados.

Figura 36 *Verificación de detalle en modelo*



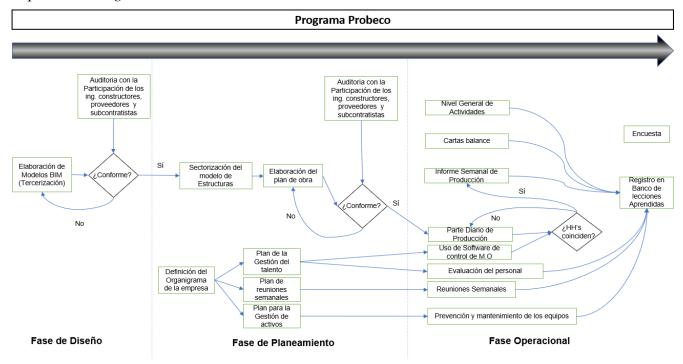
Nota. En la imagen izquierda se tiene un espacio en el que se pensaba que había ventana debido a que el muro de concreto llegaba hasta esa altura según los planos de estructuras, luego fue corroborado en la imagen derecha por medio del modelo que dicho espacio estaba ocupado por ladrillos blanco. Elaboración propia.

Se podría decir que el programa sigue 6 pasos para la aplicación de la constructabilidad y el benchmarking, los cuales son:

- 1. Tener los objetivos definidos y que estos lo conozcan todo el personal de la empresa.
- 2. Elaborar planes que de mantenimiento de equipos, contratación del personal y metodología para el monitoreo de indicadores clave.
- Definir y capacitar al personal en las herramientas que ayudarán aplicar los conceptos
 de Constructabilidad y Benchmarking
- 4. Establecer reuniones semanales desde la fase de concepción del proyecto hasta la culminación de la construcción de la obra en donde se involucre a los Stakeholders.
- 5. Realizar un registro de lo acordado en cada reunión mediante el uso de papelógrafos, agendas, entre otros.
- 6. Revisar con el equipo el registro realizado para la próxima reunión.

Un esquema que podría ilustrar el programa se presenta a continuación:

Figura 37 *'Esquema de Programa Probeco*



Fuente. Elaboración Propia

3.6.3.2 Encuesta tomada después de la construcción del casco del edificio multifamiliar.

Se tomó la encuesta a los profesionales responsables del diseño, así como también a los profesionales que participaron en la etapa de construcción y los capataces de las cuadrillas para medir el impacto que tuvo el programa en el desarrollo del proyecto. El modelo de la encuesta tomada se encuentra en los Anexos.

3.7 Análisis de datos

Se aplicará estadística descriptiva para el análisis de los datos relacionados al concepto Benchmarking, así como también se utilizará estadística inferencial para el análisis de los datos de la Constructabilidad.

Los métodos que se usarán para llevar a cabo el análisis de datos de la presente investigación serán los siguientes.

3.7.1 Estadística Descriptiva

- Se utilizará como datos a los rendimientos, así como también al tiempo expresado en horas de la mano de obra utilizada en diferentes actividades y las respuestas a las preguntas de los cuestionarios.
- Se elaborará tablas de frecuencias figuras estadísticas.

3.7.2 Estadística Inferencial – Prueba de Hipótesis

Para la prueba de hipótesis, se escogió la prueba estadística Chi cuadrada o X². Según Macías (2017), esta prueba fue creada por el científico británico Karl Pearson; cuyo procedimiento consiste primero en hallar los valores esperado en la tabla de contingencia, después se aplica la fórmula de la Chi cuadrada.

$$X^2 = \frac{\Sigma (O - E)^2}{E} \tag{2}$$

Luego se calcula los grados de libertad, para ello será necesario conocer cuantas filas y columnas tiene la tabla de contingencia, con este dato, se aplica la formula 2 para encontrar el número de grados de libertad.

Grados de Libertad
$$(gl) = (Col - 1)x(Fil - 1)$$
 (3)

Una vez hallado los grados de libertad y escogido una probabilidad de error menor a 0.05 o 5%, se determina un valor mediante una tabla de valores de chi-cuadrado. Mientras más grande sea este valor de chi-cuadrado, menor será el porcentaje de error.

3.7.2.1 Prueba de Hipótesis General. La aplicación de conceptos Lean

Construction mejorará la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

Tabla 29 *Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis General*

				Productivi	dad de la m	ano de obr	a	Total
			Muy	Baja	Regular	Buena	Muy	
			Baja				buena	
		Recuento	1	1	2	6	5	15
	Moderado	Frecuencia	,3	,6	1,7	2,9	9,5	15,0
Aplicación de	Moderado	esperada						
Conceptos		% del total	1,9%	1,9%	3,8%	11,5%	9,6%	28,8%
Lean		Recuento	0	1	4	4	28	37
Construction		Frecuencia	,7	1,4	4,3	7,1	23,5	37,0
	Continua	esperada						
		% del total	0,0%	1,9%	7,7%	7,7%	53,8%	71,2%
	-	Recuento	1	2	6	10	33	52
.		Frecuencia	1,0	2,0	6,0	10,0	33,0	52,0
Total		esperada						
		% del total	1,9%	3,8%	11,5%	19,2%	63,5%	100,0%

Fuente. Elaboración Propia con Programa IBM SPSS

Tabla 30Tabla de resultado de la prueba chi-cuadrada para la Hipótesis General

	Valor	gl	Sig. asintótica
Chi-cuadrado de Pearson	10,705 ^a	4	,030
N de casos válidos	52		

De la Tabla 30 se observa una significancia menor a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Es decir, hay relación entre las variables.

3.7.2.2 Prueba de Hipótesis Específica 1. La constructabilidad incide en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

Tabla 31Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 1

				Productivi	idad de la i	mano de o	bra	Total
			Muy	Baja	Regular	Buena	Muy	
			Baja				buena	
		Recuento	1	1	3	5	3	13
	Madayada	Frecuencia	,3	,5	1,8	2,8	7,8	13,0
	Moderado	esperada						
Aplicación de		% del total	1,9%	1,9%	5,8%	9,6%	5,8%	25,0%
Concepto Constructabilidad		Recuento	0	1	4	6	28	39
Conotractasmaaa	Cantinus	Frecuencia	,8	1,5	5,3	8,3	23,3	39,0
	Continua	esperada						
		% del total	0,0%	1,9%	7,7%	11,5%	53,8%	75,0%
		Recuento	1	2	7	11	31	52
Tatal		Frecuencia	1,0	2,0	7,0	11,0	31,0	52,0
Total		esperada						
		% del total	1,9%	3,8%	13,5%	21,2%	59,6%	100,0%

Fuente. Elaboración Propia con Programa IBM SPSS

Tabla 32Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 1

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	11,193ª	4	,024

De la Tabla 32 se observa una significancia menor a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Es decir, hay relación entre las variables.

3.7.2.3 Prueba de Hipótesis Específica 2. El benchmarking mejora la

productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

Tabla 33 *Tabla de Contingencia para la Hipótesis Específica 2*

				Tipo de trat	oajo	Total
			TC	TNC	TP	
		Recuento	144	135	121	400
	MUEST.1	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	5,1%	4,8%	4,3%	14,3%
		Recuento	162	110	128	400
	MUEST.2	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	5,8%	3,9%	4,6%	14,3%
		Recuento	145	85	170	400
	MUEST.3	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	5,2%	3,0%	6,1%	14,3%
		Recuento	140	78	182	400
Nivel General de Actividades	MUEST.4	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
Actividades		% del total	5,0%	2,8%	6,5%	14,3%
		Recuento	137	71	192	400
	MUEST.5	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	4,9%	2,5%	6,9%	14,3%
		Recuento	140	72	188	400
	MUEST.6	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	5,0%	2,6%	6,7%	14,3%
		Recuento	160	72	168	400
	MUEST.7	Frecuencia esperada	146,9	89,0	164,1	400,0
		% del total	5,7%	2,6%	6,0%	14,3%
		Recuento	1028	623	1149	2800
Total		Frecuencia esperada	1028,0	623,0	1149,0	2800,0
		% del total	36,7%	22,3%	41,0%	100,0%

Tabla 34Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 2

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	74,259 ^a	12	.00000000051

Fuente. Elaboración Propia con Programa IBM SPSS

De la Tabla 34 se observa una significancia menor a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Es decir, hay relación entre las variables.

3.7.2.4 Prueba de Hipótesis Específica 3. El programa "Probeco" logra aplicar los conceptos de constructabilidad y benchmarking a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.

Tabla 35 *Tabla de Contingencia para la prueba de Hipótesis Específica 3*

			Consideración	n de las cara	cterísticas de	el proyecto m	ultifamiliar	Total
			Casi ninguna	Pocas	Algunas	Varias	Muchas	
		Recuento	1	1	2	2	2	8
	Inutilizado	Frecuencia	1,1	1,1	1,2	1,7	2,9	8,0
	muliizado	esperada						
		% del total	1,9%	1,9%	3,8%	3,8%	3,8%	15,4%
		Recuento	6	4	4	3	3	20
Uso del	5 .	Frecuencia	2,7	2,7	3,1	4,2	7,3	20,0
programa	Regular	esperada						
"Probeco"		% del total	11,5%	7,7%	7,7%	5,8%	5,8%	38,5%
		Recuento	0	2	2	6	14	24
		Frecuencia	3,2	3,2	3,7	5,1	8,8	24,0
	Continuo	esperada						
		% del total	0,0%	3,8%	3,8%	11,5%	26,9%	46,2%
		Recuento	7	7	8	11	19	52
T-4-1		Frecuencia	7,0	7,0	8,0	11,0	19,0	52,0
Total		esperada						
		% del total	13,5%	13,5%	15,4%	21,2%	36,5%	100,0%

Fuente. Elaboración Propia con Programa IBM SPSS

Tabla 36Resultado de la prueba de chi-cuadrada para la Hipótesis Específica 3

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,476ª	8	,036

De la Tabla 36 observa una significancia menor a 0.05, lo que indica que se acepta la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula. Es decir, hay relación entre las variables.

IV. RESULTADOS

En la aplicación del concepto Benchmarking y mediante el uso de las herramientas ISP, NGA y cartas balance, se obtuvo los siguientes parámetros que sirvieron para ser comparados dentro la empresa y que se podrán contrastar con resultados de otras empresas o investigaciones.

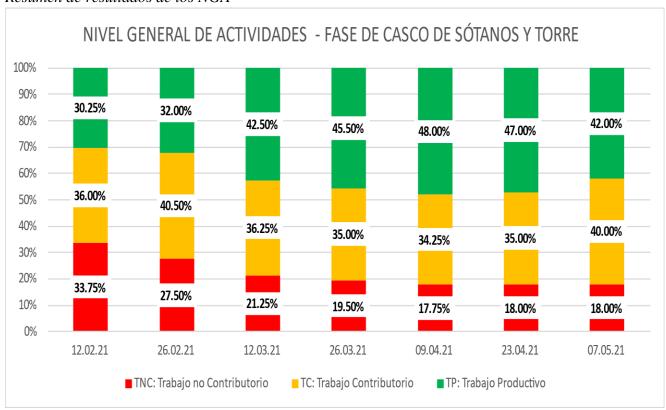
En cuanto a los resultados obtenidos luego de aplicar el ISP a las partidas seleccionadas son:

Tabla 37 *Rendimientos y velocidades promedio de la obra*

	Und.	Rendimiento	Velocidad
Partida	Chu.	(HH's/Und)	(Und/hr)
Habilitación de acero.	kg.	0.0133	326.29
Armado y colocación de acero en verticales.	kg.	0.0442	221.72
Armado y colocación de acero en horizontales.	kg.	0.0716	236.33
Encofrado de Columnas y Muros de concreto armado.	m2	0.94	5.64
Encofrado de Placas de ascensor.	m2	0.91	5.66
Apuntalamiento de Prelosas Aligeradas y Macizas	m2	0.27	27.63
Apuntalamiento de Previgas.	m2	1.93	1.65
Encofrado de escaleras	m2	2.11	0.68
Vaciado de concreto en columnas	m3	0.83	5.17
Vaciado de concreto en Muros de concreto Armado y	m3	1.05	5.07
Placas.			
Instalación de Prelosas y Previgas	m2	0.14	21.07
ν θ			

En la toma de muestra para el NGA cada dos semanas, se obtuvo los resultados indicados en la figura.

Figura 38 *Resumen de resultados de los NGA*

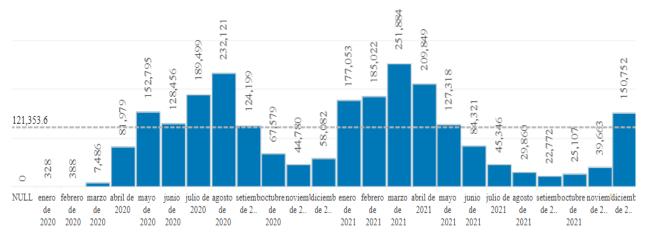


Nota. Se aprecia un incremento de 11.75% de TP, 4% de TC y una disminución de 15.75% de TNC desde el inicio hasta el final de la construcción del casco del sótano y la torre.

La primera y segunda toma de muestra se elaboraron en la construcción de los sótanos y estas se dieron en el mes de Febrero. Un día después de la toma de muestra, se culminó la construcción de los sótanos, esto es importante indicar para la comparación de estos resultados en esta fase de construcción de sótanos con otras obras o investigaciones. Por cierto, en el TNC en el primer mes estuvo muy ligado al transporte sin carga, así como también a la ausencia del personal en campo y que estuvo que ser atendido en tópico a causa del COVID-19.

Figura 39

Evolución del COVID-19 (2020 -2021)



Fuente. Minsa

Tabla 38Cálculo de HH's ganadas

Descripción	Und	Rend	Metrado	HH's Acum	Rend. Acum	HH's	%	HH's	P.U	Ganancia
		Meta	Real	Real	(HH's/Und)	meta	Ahorro	Ganadas	м.о	
Acero	Kg	0.07	205516.97	13461	0.0655	14386.19	6.4%	925.19	18.93	S/ 17,513.81
Encofrado	m2	1.2	12116.46	13408	1.11	14539.75	7.8%	1131.75	18.93	S/ 21,424.04
Concreto	m3	1.4	2751.70	2581.5	0.94	3852.38	33.0%	1270.83	18.93	S/ 24,056.89
Colocación de	2	0.2	8469.43	822	0.10				10.02	
prelosa	m2	0.2	8409.43	822	0.10	1693.89	51.5%	871.89	18.93	S/ 16,504.80
Armado de	НН			12653		16000			18.93	
Andamios	пп			12033		10000	20.9%	3347.00	10.93	S/ 63,358.71
Otros	НН			8162		7500	-8.8%	-662.00	15.93	-S/ 10,545.66
Total							HH's	S/ 6,884.66		S/ 132,312.60

Fuente. Elaboración Propia

De la Tabla 38 se observa que las HH's ganadas ascienden a un monto de S/ 132,312.60, es decir, se ahorró un 10 % del presupuesto destinado a mano de obra en lo que respecta a la especialidad de Estructuras,, además se cumplió con el plazo establecido.

Por otro lado, se midió el impacto del Covid-19 por medio de los DM positivos que reportó el área de enfermería.

Tabla 39 *Impacto del Covid-19*

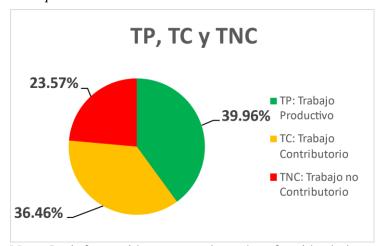
Descripción	HH'S	P.U M.O	Costo
Operarios	1824	18.93	S/ 34,528.32
Oficiales	0	18.93	S/ 0.00
Ayudantes	528	15.93	S/ 8,411.04
Total			S/ 42,939.36

Nota: Se contabilizó los casos confirmados positivos con documentación fehaciente aprobado por el personal médico y se descartó aquellos con documentación de dudosa procedencia. Elaboración Propia.

Para las HH's de la Tabla 39, se tomó en cuenta 16 operarios y 6 ayudantes, el tiempo de descanso médico (DM) normalmente fue de 2 semanas o 96 HH's, sin embargo, algunos trabajadores demoraban en su recuperación teniendo DM's mayor a 96 HH's.

A continuación, se muestra en el siguiente gráfico, el porcentaje promedio del tipo de trabajo en obra, que fue calculado en base al acumulado de datos obtenidos hasta la última elaboración del NGA para la obra en fase de casco de los sótanos y la torre.

Figura 40 *NGA promedio de la obra*



Nota. La información presentada está en función de los trabajos desarrollados en las partidas más incidentes de esta etapa como son los de la especialidad de acero, encofrado y concreto. Elaboración Propia.

La Figura 40, muestra resultados con dos decimales, esto se hizo para tener un mejor control de los resultados ya que al redondearlos podríamos estar considerando como suma total 102%.

Por otra parte, los resultados obtenidos luego de aplicar las cartas balance a la partida de colocación de acero en losas macizas y aligeradas fue como se indica a continuación.

Carta balance- Acero en losas aligeradas y macizas

Tabla 40

						Valenzuela (OP)	(OP)	Navarro (OP)	o (OP)	Teves (OP)	(OP)	Tadeo (OP)	(OP)	Jimenez (PE)	z (PE)
Tipo de	Códian	Descripción	Ocurrencia total	%	% por tipo de	%	, 6	%	%	%	%	%	9	%	%
trabajo	of the second			2	trabajo		·		ŀ				·	:	ŀ
	[]					Parcial	lotal	Parcial	lotal	Parcial	lotal	Parcial	lotal	Parcial	otal
	CAN	Colocación de Acero Negativo	98		31%	12%		18%		17%		18%		1%	
	CAC	Colocación de Acero de Continuidad	99		79%	14%		%6		11%		15%		2%	
П	CAT	Colocación de Acero de Temperatura	49	35%	22%	13%	40%	8%	35%	%8	45%	%6	45%	1%	12%
	CBU	Colocación de Burritos	12		12%	1%		1%		%/		4%		%6	
	W	Medir	25		25%	10%		%6		%8		40%		%2	
		Transporte de Piezas	105		45%	15%		16%		13%		14%		23%	
	1	Limpieza	24		10%	2%		2%		2%		1%		11%	
1		Instrucciones	22	200/	10%	%9	/026	3%	/000	4%	240/	2%		3%	240/
١	×	Otros	24	30%	10%	%9	31.70	2%	33%	4%	31%	%0	%17	%2	%1c
															_
															_
	R	Retrabajo	15		%8	2%		3%		%7		3%		7%	
	N	Tiempo ocioso	82		41%	%6		10%		12%		12%		17%	_
	0	Descanso	56		14%	2%		%9		%9		4%		4%	
TNC	۸	Viajes	19	79%	10%	3%	23%	4%	32%	1%	27%	3%	28%	4%	38%
	E	Esperas	56		14%	2%		%2		2%		3%		4%	
	В	Necesidades fisiológicas	23		12%	4%		2%		4%		1%		4%	_
	Y	Otros	4		2%	%0		%0		1%		2%		1%	
		TOTAI	059	100%		100%		100%		100%		100%		100%	

Fuente. Elaboración Propia

Figura 41Actividades en la colocación de acero en losas aligeradas y macizas



Figura 42 *Tipos de trabajo en la colocación de acero en losas aligeradas y macizas*



Fuente. Elaboración Propia

Figura 43 *Trabajos contributorios en colocación de acero en losas*



Figura 45 *Trabajos no contributorios en la colocación de acero en losas*

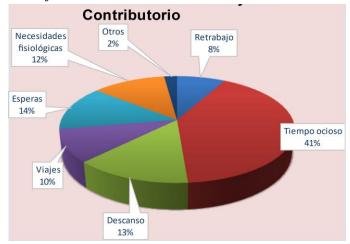


Figura 44Análisis de una cuadrilla en colocación de acero en losas

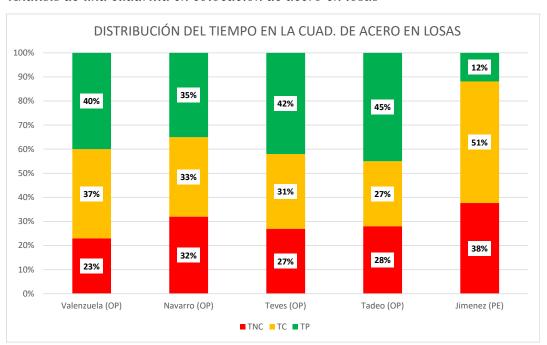


Figura 46 *TC en una cuadrilla de colocación de acero en losas*

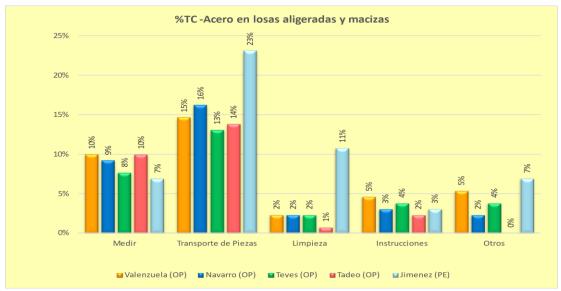
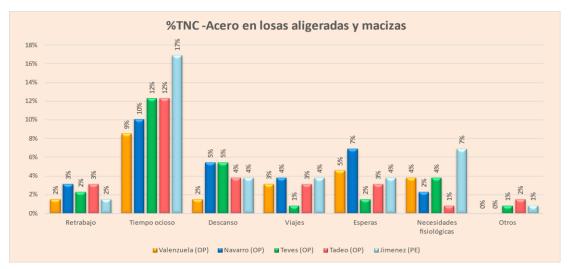


Figura 47 *TNC en una cuadrilla de colocación de acero en losas*



Fuente. Elaboración Propia

En la aplicación de las cartas balance a la partida encofrado de columna y M.C.A, se pudo obtener como se indican en las siguientes tablas y figuras.

 Tabla 41

 Carta balance- Encofrado de columna y M.C.A

						Pomar, J.	ar, J.	Arias, M.	, M.	Zaens, R.	s, R.	Obre	Obregón, F.	Huan	Huaman, E.	Chum	Chumbes, J.
Tipo de	Códino	Jaerrinción	Ocurrencia total	%	% por tipo de	%		%		%			%		%	Ĺ	%
trabajo	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S			2	trabajo												
						Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total
	3dS	Sujeción de paneles metálicos a esquinero con chavet	64		21%	18%		%0		14%		%0		17%		1%	
	SR	Sujeción de rieles con tensores.	54		18%	8%		%9		12%		2%		12%		2%	
TP	SPA	Sujeción de Paneles metálicos adyacentes con chaveta	70	39%	23%	16%	%19	9%	13%	15%	63%	4%	11%	12%	%99	2%	12%
	SPO	Sujeción de Paneles metálicos opuestos con barra roso	99		19%	16%		%0		11%		%0		15%		2%	
	А	Apuntalamiento	25		19%	%6		4%		12%		%9		10%		%9	
	SO	Colocación de separadores de concreto	34		11%	2%		%/		2%		%9		7%		%8	
	AD	Aplicación de desmoldante	37		12%	%0		%6		%0		10%		%0		10%	
	Σ	Medir	53		18%	%6		%6		%8		%/		%9		3%	
1	<u>_</u>	Transporte de Piezas	99	30%	22%	1%	120/	17%	620%	1%	120/	16%	7003	2%	170/	15%	690/
د		Limpieza	48	97.00	16%	%0	0/01	12%	0,00	1%	0/0	13%	07 70	%0	2	11%	9/ 00
		Instrucciones	40		13%	2%		3%		%/		4%		%8		%9	
	×	Otros	22		%2	2%		2%		1%		%9		%0		%/	
																%0	
	R	Retrabajo	13		%L	2%		4%		2%		1%		2%		1%	
	Z	Tiempo ocioso	30		17%	3%		3%		%9		3%		%9		%9	
	0	Descanso	34		19%	3%		9%		3%		%9		4%		%9	
TNC	۸	Viajes	22	23%	12%	2%	15%	9%	29%	2%	18%	3%	27%	2%	17%	4%	31%
	Е	Esperas	45		25%	4%		8%		%9		%8		3%		%/	
	В	Necesidades fisiológicas	26		15%	1%		2%		2%		%/		2%		%9	
	Y	Otros	6			1%		2%		1%		%0		%0		3%	
		TOTAL	780	100%		100%		100%		100%		100%		100%		100%	

Fuente. Elaboración Propia

Figura 48Actividades en el Encofrado de columna y M.C.A

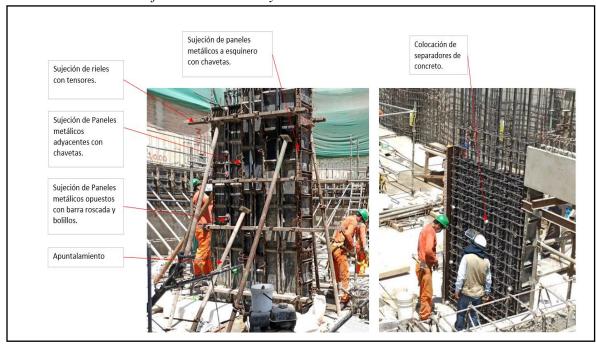


Figura 49 *Tipos de trabajo en Encofrado de Columnas*



Figura 50

Trabajos contributorios en Encofrado de columnas y M.C.A



Figura 51 *Trabajos no contributorios en Encofrado de columnas y M.C.A*



Figura 52Análisis de una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A

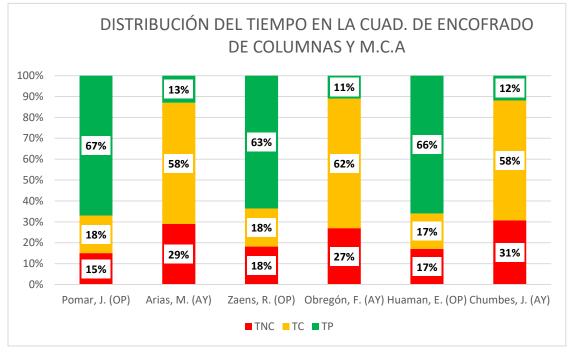


Figura 53

TC en una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A

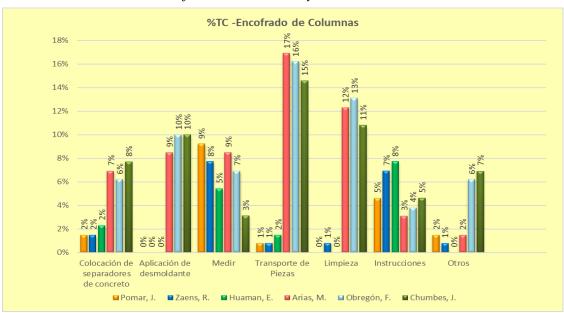
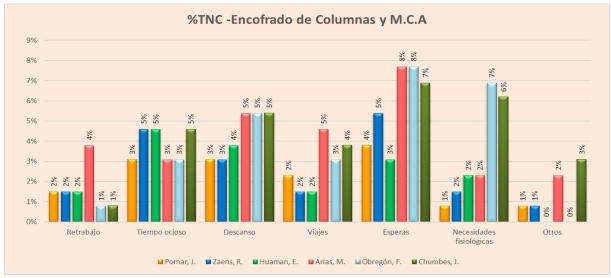


Figura 54

TNC en una cuadrilla de encofrado de columnas y M.C.A



Con respecto a la aplicación de las cartas balance en el encofrado de muros y columnas se obtuvo como indica las siguientes tablas y figuras.

Tabla 46Carta balance en vaciado de losas

						Montes,	S. (OP)	Montes, S. (OP) ulcamoro, L. (ANVentura, J. (OP) Quiroz, W.(AY) Parian, L. (AY)	, L. (A)	/entura,	J. (OP)	Quiroz,	W.(AY)	Parian, I	. (AY)
Tipo de Código	Códino	Daerrinojón	Ocurrencia total	%	% por tipo de	%		%		%		%		%	
trabajo	ofinos		ocalicina iotal	8	trabajo										
						Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total	Parcial	Total
	ΛC	Vaciado de concreto	62		%0E	%97		%0		7%		%0		%0	
		Acomodado de concreto con pala	143		%02	%0		45%		11%		51%		3%	
ТР				32%			46%		45%		12%		51%		3%
•									:		•				
	N	Vibrado	69		27%	2%		%0		44%		%0		%0	
	=	Medir	5		2%	%0		%0		4%		%0		%0	
	<u></u>	Transporte de material	12		%9	%0		%9		%0		%9		%0	
JL		Limpieza	48	3.4%	22%	%0	170%	%0	10%	%0	7003	%0	110%	37%	680%
ر		Instrucciones	49	04%	22%	12%	0	11%	9/2	%6	0/70	%9	2	%0	0/00
	×	Otros	47		21%	3%		4%		%9		4%		21%	
•							·		·		•		·		
	R	Retrabajo	0		%0	%0		%0		%0		%0		%0	
	Z	Tiempo ocioso	34		15%	4%		%/		3%		%/		%9	
	0	Descanso	47		21%	%9		10%		%8		10%		2%	
TNC	۸	Viajes	18	35%	%8	2%	37%	2%	35%	%9	76%	2%	35%	2%	38%
	Ш	Esperas	94		42%	19%		15%		%6		15%		14%	
•	В	Necesidades fisiológicas	10		%9	4%		4%		2%	•	1%		1%	
	γ	Otros	21			2%		%0		1%		%0		14%	
		TOTAL	649	100%		100%		100%		100%		100%		%66	

Fuente. Elaboración Propia

Figura 55 *Actividades en el vaciado de losa*



Figura 56 *Tipos de trabajo en el vaciado de losa*



Fuente. Elaboración Propia

Figura 57 *Trabajos contributorios en el vaciado de losa*

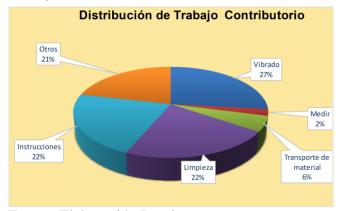


Figura 58 *Trabajos no contributorios en el vaciado de losa*



Fuente. Elaboración Propia

Figura 59 *Análisis de una cuadrilla en el vaciado de losa*

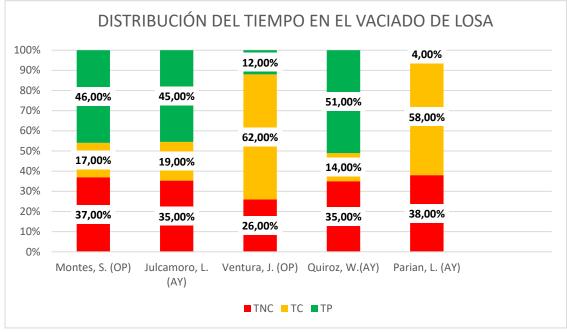
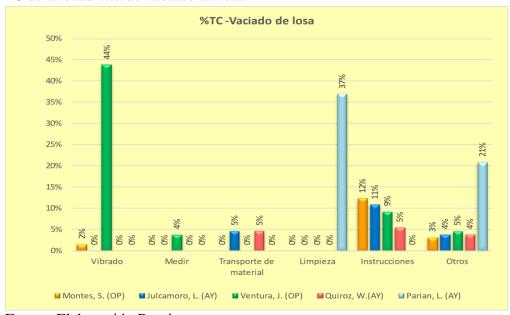
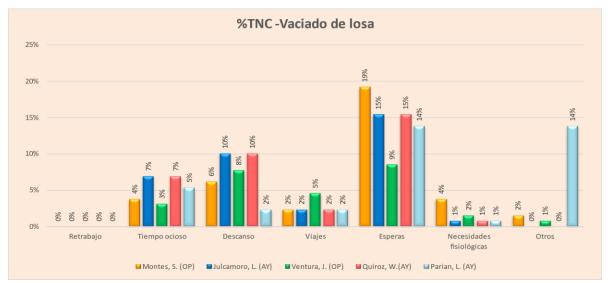


Figura 60TC de la cuadrilla de vaciado de losa



Fuente. Elaboración Propia

Figura 61
TNC de la cuadrilla de vaciado de losa



Finalmente, los resultados de la encuesta se indican en la Tabla 29, Tabla 31 y Tabla 33.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los hallazgos encontrados guardan relación con lo que sostiene Zulay y Mariano (2019) acerca de la planificación multidisciplinaria que reduce las modificaciones que se tuvieran que hacer en la construcción del proyecto, además que el uso de modelos 3D permitirá responder más rápido y preciso las consultas u observaciones que se tengan; así como también contar con planos mejor compatibilizados. Esto se ve reflejado en la reducción de RFI's (60%) obtenidos en obra, lo cual termina beneficiando a productividad de la mano de obra como la reducción del tiempo de instrucciones, esperas, entre otros.

En la aplicación del benchmarking, se midió la productividad de la mano de obra a través de las herramientas como el ISP, NGA y cartas balance. Por medio del ISP, Arévalo (2018) obtuvo ganancias en base a las HH's ahorradas del 18% para el vaciado de concreto, 14% para el encofrado y desencofrado, y 3% para el acero. Este estudio está de acuerdo con los resultados de acero y concreto debido a que se calculó una ganancia de 3% y 20% respectivamente, sin embargo, difiere del encofrado ya que se obtuvo una ganancia del 4.3%. Con respecto a los rendimientos, Bombilla (2021) obtuvo un rendimiento promedio para el acero de 0.1222 HH's/kg. Se podría decir que el rendimiento obtenido por el autor con respecto al acero es el doble del promedio, ya que en esta investigación se obtuvo 0.0679 HH's/kg y en los resultados que obtuvo Arévalo (2018) fue de un promedio de 0.05 HH's/kg. Asimismo, para el encofrado Bombilla (2021) obtuvo 2.94 HH's/m2 y para el concreto calculó 3.78 HH's/m3; comparándolo con los resultados de este estudio en el que se obtuvieron 1.15 HH's/m2 y 0.91 HH's/m3. Además, Arévalo (2018) obtuvo 1.23 HH's/m3 en vaciado de elementos verticales, comparado con esta investigación en el que se obtuvo un rendimiento de 1.05 HH's/m3 (15% menos) para vaciado de muros de concreto armado y placas de ascensor, que es el rendimiento mayor obtenido en cuanto a vaciado de verticales ya que la dificultad está en las dimensiones y formas de estos elementos. Por otro lado, mediante el NGA Bombilla (2021) registra un incremento de trabajo productivo del final con respecto al inicio de la obra de 12% en un sector de la obra y 32% en el otro sector de la obra que analizó, siendo similar al incremento conseguido en esta investigación que fue de 11%. En esa misma línea, los resultados del nivel general de la obra que obtuvo con Bombilla (2021) fue 41% de TP, 41% de TC y 18% de TNC. Además, Vargas (2017) tuvo como resultado 31.53% de TP, 49.17% de TC y 19.30% de TNC. De estos resultados, la mayor parte de TNC estuvo en las esperas y que una de las causas fue el no tener los materiales cerca de la zona de trabajo, mientras que en este estudio se obtuvo 41.04 % de TP, 36.71 % de TC y 22.25% de TNC, en donde se obtuvo un mayor tiempo de TC en el transporte con carga; mientras que en el TNC, el mayor tiempo se dio en el transporte sin carga y en las esperas. El porcentaje de TP hallado en este estudio (41.04% de TP) supera a lo encontrado por Ghio (2001) que fue de 38% de TP, sin embargo, el autor indica que debemos aspirar a niveles mínimos de 45% de TP promedio, lo que todavía sigue siendo un desafío para la empresa en la que se realizó esta investigación. Mediante la carta balance, Buleje (2012) identificó que en el TC, la actividad que mayor consume el tiempo en la cuadrilla de encofrado es la de transporte de material con un porcentaje de 29% del TC, así mismo, este estudio concuerda con ese resultado ya que de manera similar se registró un porcentaje de 22% del TC.

Los pasos a seguir para la elaboración del programa se tomaron como referencia los que indica Phalen et al. (2014), adecuándose muy bien a las características del proyecto y prueba de la satisfacción del programa son los resultados de las encuestas. Además, como indica Zulay y Mariano (2019) tener un banco de lecciones aprendidas permite reducir costos y tiempos, a lo que este estudio reafirma ello.

Sobre la implantación del programa, Ardila (2018) realizó una encuesta a empresas constructoras en Bogotá teniendo como resultado que el 84% desconocía de los beneficios de la constructabilidad y el 84% también estaría dispuesto a ejecutar cambios en la empresa para la implementación de un programa de constructabilidad en las empresas constructoras, lo que concuerda con lo hallado en este estudio ya que el porcentaje obtenido fue de 79% y 88% respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- La constructabilidad incidió mucho en la productividad de la mano de obra del edificio multifamiliar del distrito de Surco, este argumento es respaldado por una encuesta en el que se obtuvo que el 80.8% de un total de 52 personas encuestadas creen que la aplicación del concepto constructabilidad aportó a una considerable mejora en la productividad de la mano de obra, según lo indicado en la Tabla 31.
- El benchmarking mejora la productividad de la mano de obra a través de sus herramientas como el ISP, NGA y cartas balance, la forma en que lo hace es a través de métricas. Al respecto, el ISP permitió cuantificar un total de 2,634.66 HH's ganadas lo que en términos monetarios significa un ahorro de S/. 51,860.10, esto es un ahorro del 20% en la partida de concreto, 4.3% en la partida de encofrado y 3% en la partida de acero.
- La elaboración del programa "Probeco" de acuerdo a los pasos descritos, permitió poner en práctica los conceptos de constructabilidad y benchmarking, consiguiendo beneficios como la reducción de RFI's al tener planos mejor compatibilizados, ahorro de HH's debido a un adecuado dimensionamiento de las cuadrillas, mejor tiempo de resolución de consultas de detalle del proyecto gracias al modelo 3D, obtención de un banco de lecciones aprendidas para que en futuros proyectos se tomen precauciones al ejecutar un proceso o se haga una mejora del mismo.

VII. RECOMENDACIONES

- Aplicar cuestionarios a los encuestados con preguntas abiertas para tener respuestas con más detalle sobre la incidencia de la constructabilidad en la productividad de la mano de obra.
- Implementar el software ibuilder Management junto con el software ibuilder Worker que es el que se usó en esta investigación. Esto permitirá además de un mejor manejo de las HH's para el ISP, tener una herramienta más ágil en cuanto a la planificación y control de costos.
- Hacer seguimiento a la implementación del programa "Probeco" por parte de la alta gerencia con un personal que asista frecuentemente a obra, a fin de corroborar la data que es enviada desde la obra.

VIII. REFERENCIAS

- Ardila, P. (2018). Análisis de la constructabilidad con oportunidad de mejora en los procesos de planeación y ejecución en proyectos de construcción de infraestructura vial en Bogotá.

 [Maestría, Universidad La Gran Colombia]. Repositorio Institucional Universidad La Gran

 Colombia.

 https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4058/Análisis constructabilidad op ortunidad_planeación.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arditi, D., Elhassan A. y Toklu C. (2002). Constructability Analysis in the Design Firm. *Journal of construction engineering and management*, 128(2), pp. 117-126. https://www.researchgate.net/publication/228598843_Constructability_Analysis_in_the_
 Design_Firm
- Arenas, G. (2018). Mejora de la gestión en obra de la especialidad de estructuras con la aplicación del "Lean Construction". [Título profesional, Universidad Peruana Los Andes].

 Repositorio Institucional Universidad Peruana Los Andes.

 https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1007
- Arévalo, S. (2018). Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto casa club Recrea Las Magnolias-Breña. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional UNFV. http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2293
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., and Brown, S. (2017). Reinventing construction: A route to higher productivity. *McKinsey Global Institute (USA)*, pp. 1-155.

- https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution
- Bombilla, G. e Hidalgo, A. (2021). Control y mejora de la productividad aplicando el informe semanal de producción (ISP), cartas balance, nivel general de actividad (NGA) y el método del valor ganado (EVM) para el proyecto "Ampliación del complejo penitenciario de arequipa"-2020. [Título profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12620
- Buleje, K. (2012). Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofia lean construccion. [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú].
 Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1691
- Butrón, M. y Sivincha, R. (2016). Conjunto multifamiliar de alta densidad para el terreno en la ex fabrica de lanificio en el distrito de Jose Luis Bustamante y Rivero, Arequipa. [Título profesional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

 http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/1877
- Caña, C. y Escajadillo, P. (2006). Diagnóstico y evaluación de la relación entre el tipo estructural y la integración de los contratistas y subcontratistas con el nivel de productividad en obras de construcción. [Título profesional, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Perú. https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/147478

- CAPECO (2020). Estudio de Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana. CAPECO, 25(1).
- Construction Industry Institute (2022). *Best Practices*. https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/best-practices
- Espinosa, M. (2009). *Constructabilidad en el diseño*. [Maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. Repositorio Institucional Tecnológico de Monterrey. https://repositorio.tec.mx/ortec/handle/11285/569301
- Florez, F. (2018). Aplicación de técnicas Lean Construction para el seguimiento y control de un proyecto de obra civil. [Título profesional, Universidad Pontificia Bolivariana].

 Repositorio Institucional Universidad Pontificia Bolivariana.

 https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/6326/digital_38372.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gelos, J. (2018). Modelo de gestión y control de mano de obra basado en fundamentos de dirección de proyectos PMBOK, para constructora dedicada a edificación en altura en la V región. [Título profesional, Universidad Técnica Federico Santa Maria]. Repositorio Académico Universidad Técnica Federico Santa Maria. https://repositorio.usm.cl/handle/11673/23712
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, crítica y propuesta. (1ª ed.). Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gimenez, Z. y Briceño, M. (2019). Lecciones aprendidas asociadas a la aplicación de la constructabilidad en un proyecto masivo de viviendas. *Gaceta Técnica*, 20(1), pp 61-77

 https://www.researchgate.net/publication/330854907 LECCIONES APRENDIDAS AS

 OCIADAS A LA APLICACION DE LA CONSTRUCTABILIDAD EN UN PROY

ECTO MASIVO DE VIVIENDAS LESSONS LEARNED ASSOCIATED WITH C ONSTRUCTABILITY_APPLICATION_IN_A_MASSIVE_HOUSING_PROJECT

- Gobierno de Canarias (s.f.). La taxonomía de Bloom, una herramienta imprescindible para enseñar y aprender.

 https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/edublog/cprofestenerifesur/2015/12/03/la-taxonomia-de-bloom-una-herramienta-imprescindible-para-ensenar-y-aprender/
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6 ^a ed.). McGraw-Hill editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Jiménez, A. (2019). Productividad en Obras de Construcción. *Tecnología Vital* 2(6), pp.40-43. https://revistas.ulatina.ac.cr/index.php/tecnologiavital/article/view/248
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction (Technical report n*° 72). Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) at Stanford University. http://purl.stanford.edu/kh328xt3298
- LCI Perú (s.f). Guía para proyectos Lean
- Macias, A. (14 de Agosto del 2017). *Chi Cuadrada. Dr. Macías* [Archivo de Video]. https://www.youtube.com/watch?v=N05HcQ4z0Xg
- Mengoa, O. y Tuny N. (2019). Mejora de la productividad con la Aplicación del Lean Construction en la etapa de ejecución del proyecto Hotel Ibis Miraflores, Lima, Perú. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Universidad Nacional del Altiplano.

http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15152

- Medina (2021). La técnica de las 3 "m" Muri: la sobrecarga irracional de trabajo de personas o máquinas. https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/la-técnica-de-las-3-m-muri-la-sobrecarga-irracional-de-trabajo-de-personas-o-máquinas
- Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento (2020). Norma E.030 Diseño Sismorresistente. En Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (Ed.), Reglamento Nacional de Edificaciones

 https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne
- Orihuela, P. y Orihuela J. (2003). *Constructabilidad en pequeños proyectos inmobiliarios*. VII

 Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario M.D.I.

 http://www.motiva.com.pe/articulos/Constructabilidad_PequeñosProyectos.pdf
- Padilla (2016). Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6732
- Phalen, T., Messersmith, D., Hunter, P., Sharma, S., Towler, B., Cozzani, V., Khan, F., Gundersen y T., Hall, K. (2014). LNG Project Management. *Handbook of Liquefied Natural Gas*. En Mokhatab, S., Mak, J., Valappil, J. y Wood, D. (pp. 465-498). Elseiver.
 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124045859000118
- RambollGroup (2019). *Glenn Ballard Construcción ajustada* [Archivo de Video]. https://www.youtube.com/watch?v=51v_cboZXTY&t=1598s
- Sánchez, C. (08 de febrero de 2019). Normas APA 7ma (séptima) edición. Normas APA (7ma edición). https://normas-apa.org/

- Santa Maria , D. y Juipa, A. (2018). Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra aplicando lean construction en las partidas de concreto armado en la obra: Mejoramiento de la Capacidad Resolutiva de los Servicios de Salud del Hospital Regional Hermilio Valdizan de Huanuco, Nivel III-1. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional "Hermilio Valdizan" de Huánuco]. Repositorio Institucional UNHEVAL. https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/3984
- Vargas, J. (2017). Evaluación de Productividad de la Mano de Obra en la Construcción de Edificaciones Utilizando el Sistema Last Planner-2016. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16996
- Womack, J. (1996). Lean Thinking Banish Waste and a Create Wealth in your corporation. (1^a ed.). Simon and Schuster.

IX. ANEXOS

- Matriz de Consistencia
- Parte diario de Producción
- Encuesta sobre Constructabilidad

Cuestionario sobre la Constructabilidad

Empresa: Cargo:	Fecha:	
Aplicación de conceptos Lean Construction Escoja uno de los siguientes casos con respecto a la aplicac 1 decir si fue una aplicación continua, moderada o no se aplic intensidad que tuvo en la productividad de la mano de ob	ó. Luego marque con una equis (x) la	, es
Aplicación contínua de conceptos Lean Construction Aplicación moderada de conceptos Lean Construction No se aplicaron conceptos Lean Construction		
Aplicación de concepto Constructabilidad Escoja uno de los siguientes casos con respecto a la aplicac decir si fue una aplicación continua, moderada o no se aplic intensidad que tuvo en la productividad de la mano de ol	ó. Luego marque con una equis (x) la	es
Aplicación continua de concepto Constructabilidad Aplicación moderada de concepto Constructabilidad No se aplicó el concepto Constructabilidad		
Uso del programa Probeco Escoja uno de los siguientes casos con respecto al uso del p 3 aplicación continua, moderada o no se aplicó. Luego marqu consideraron las características del proyecto multifa:	e con una equis (x) la intensidad con que	se
Uso del programa "Probeco" de manera contínua Uso del programa "Probeco" de manera regular No se usó el programa "Probeco"		

			PA	RTE DI <i>A</i>	ARIO DI	PROD	UCCIO	N						
OBRA:														
FASE: ESPEC										1,000				
FECHA	сна								LOGO					
ZONA														
ACT.		DESCRIPCI	ON DE TR	ABAJOS										
2											HORA IMGRESO			
3												но	RA SALIDA	
5														
7														
+											JEFE PRODUCCIÓN			
,														
11														
12												MAES	TRO DE OBRA	
13														
COD	CATEG.	NOMINA DE TRABAJADORES APELLIDOS Y NOMBRES	ACT.1	ACT. 2	ACT.3	ACT.4	ACT.5	ACT.6	ACT.7	ACT.8	ACT.9	ACT.10	TOTAL	GRUPO
<u> </u>	CATEG	AFELLIDUS I NUMBRES	НН	НН	НН	НН	НН	НН	НН	НН	НН	НН		
L														
\vdash														
\vdash														
\vdash														
		TOTAL ACTIVIDAD												
		OBSERVACIONES DESCRIPCION							Rend.	¥el.				
\vdash														
\vdash														

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: APLICACIÓN DE CONCEPTOS LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN UN PROYECTO MULTIFAMILIAR DEL DISTRITO DE SURCO 2021										
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODO	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN			
¿La aplicación de conceptos Lean Construction mejoró la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?	Aplicar conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.	Hipótesis General La aplicación de conceptos Lean Construction mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.		<u>Variable</u> <u>Independiente</u>	<u>Dimensión l</u> -Constructabilidad	-Cantidad de incompatibilidades en los planos. (und) -Cantidad de reuniones (und) -Métodos Innovadores -Soluciones Creativas (und)	La población esta compuesta por la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de los edificios multifamiliares que están conformados por			
Problemas Específicos a) En qué medida la constructabilidad incide en la mejora de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?	aJdentificar en qué medida la constructabilidad incide en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.	Hipótesis Específicas a)La constructabilidad incide en el mejoramiento de la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.	De acuerdo con Hernández (2014), la investigación según el propósito es aplicado, por enfoque es cuantitativo, en cuanto al nivel es explicativo y el diseño es no experimental. Para el estudio de la constructabilidad se		<u>Dimensión 2</u> -Benchmarking	-Rendimientos de otras empresas. -Porcentaje del tipo de trabajo de otras empresas.	8 hasta 10 pisos utilizando el sistema estructural dual en el distrito de Surco			
b); De qué manera el benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021? c) ¿Qué pasos a seguir para la	b)Analizar la manera en que el benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021. cElaborar el programa	b)El benchmarking mejora la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021. c).El programa "Probeco" logra	tomó una encuesta, de esta manera se obtuvieron datos de forma transversal y se utilizó análisis estadístico para poder conocer la incidencia de la constructabilidad en la mejora	Variable Dependiente	Dimensión 1 Productividad de la mano de obra en la fase de columnas. Dimensión 2	Rendimiento de la mano de obra en la fase de columnas (HH's/Und)	MUESTRA La muestra del estudio es la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de un edificio multifamiliar en el distrito de Surco de 9 pisos, 4 sótanos y Azotea. INSTRUMENTOS			
elaboración del programa "Probeco" en base a los conceptos de constructabilidad y benchmarking para aplicarlo a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021?	"Probeco" para aplicar los conceptos de constructabilidad y benchmarking a un proyecto multifamiliar del distrito de	aplicar los conceptos de constructabilidad y benchmarking a un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021.	de la productividad de la mano de obra. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal, luego se aplicó análisis estadístico y se hará la comparación de resultados	mano de obra. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal, luego se aplicó	mano de obra. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal, luego se aplicó	de la productividad de la mano de obra. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal, luego se aplicó		Productividad de la mano de obra en la fase de Placas.	Rendimiento de la mano de obra en la fase de Placas (HH's/Und)	23e utilizará los partes diario de Producción, en donde se recopilará la información de campo para
				Mejoramiento de la productividad de la mano de obra en edificaciones.		Rendimiento de la mano de obra en la fase de escaleras. (HH's/Und) Rendimiento de la mano de obra en la fase de Previgas y Prelosas.(HH's/Und)	luego elaborar el Informe Semanal de Producción (ISP). 34.dicionalmente se usará formatos para realizar las cartas balance y el nivel general de actividades (NGA). 45e utilizará también los planos de Obra, que servirán para calcular los metrados para el Informe Semanal de Producción (ISP). 50.ronograma de Obra para comparar el ritmo de avance respecto a lo programado. 63.1 Presupuestos real y meta servirán para hacer un análisis comparativo de ambos y evaluar los rendimientos obtenidos en el Informe Semanal de			
							Producción (ISP).			