

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE CARTA BALANCE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE EDIFICACIONES DE DUCTILIDAD LIMITADA EN EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DEL CALLAO, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil



**Autora:**

Nathaly Nicole Yturbe Payano

**Asesor:**

Ing. Christian Marlon Araujo Choque

Cajamarca - Perú

2021

## DEDICATORIA

Dedico este y todos mis logros principalmente a Dios por darme la voluntad, la sabiduría y la oportunidad de estudiar; a mis queridos padres, por haber sido los principales benefactores de este y todos mis sueños, a mi abuela Victoria y a mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por haber sido siempre mi soporte e inspiración para poder lograr mis objetivos, a la Universidad Privada del Norte por instruirme y brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme de manera exitosa en mi carrera y a mi asesor por haber sido mi guía y acompañante en todo este proceso.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
Realidad Problemática.....	16
Delimitaciones de la Investigación.....	19
Delimitación espacial.....	19
Delimitación social .....	19
Delimitación temporal .....	19
Delimitación conceptual .....	19
Justificación.....	19
Problemas de la investigación .....	20
Problema general .....	20
Problemas específicos .....	20
Objetivos de la investigación.....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos .....	21
Hipótesis de la investigación .....	21
Hipótesis general.....	21
Hipótesis específicas .....	21
Marco Teórico .....	22
Antecedentes de la Investigación .....	22
Bases teóricas .....	28
Filosofía Lean .....	28
Lean Construction.....	34
Flujos Eficientes.....	55
Procesos eficientes .....	59
Definiciones de términos básicos .....	62
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>65</b>
Enfoque, tipo y nivel de investigación .....	65
Enfoque de la Investigación.....	65
Tipo de investigación.....	65
Nivel de investigación.....	65
Método y diseño de investigación.....	66

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....	67
Población y muestra de la investigación.....	67
Población de la Investigación .....	67
Muestra de la Investigación .....	67
Técnicas e instrumentos, materiales .....	68
Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	68
Técnicas e instrumentos de análisis de datos .....	71
Procedimiento.....	71
Procedimiento de recolección de datos .....	71
Procedimiento de análisis de datos .....	72
Aspectos Éticos. ....	74
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>75</b>
Análisis estadístico .....	75
Cálculo “KR20” .....	75
Desarrollo.....	76
Aspectos Generales de los Proyectos.....	76
Proceso de aplicación de Carta Balance.....	76
Resultados .....	105
Efecto del trabajo productivo sobre la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, provincia del Callao,2021. ....	105
Efecto de la aplicación de la Carta Balance sobre la eficiencia de la mano de obra en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021. ....	119
Efecto de la aplicación de la Carta Balance sobre la ratio real en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021. ....	142
Rendimientos reales y rendimientos proyectados como base del análisis de productividad en las obras. ....	148
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>155</b>
Discusión.....	155
Discusión de resultados de la Hipótesis General .....	155
Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°01 .....	156
Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°02.....	159
Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°03.....	160
Conclusiones .....	162
Conclusiones de la Hipótesis General.....	162
Conclusiones de la Hipótesis específica N°01 .....	162
Conclusiones de la Hipótesis específica N°02 .....	162
Conclusiones de la Hipótesis específica N°03 .....	163
Recomendaciones.....	163
Recomendaciones de la Hipótesis General .....	163
Recomendaciones de la Hipótesis específica N°01.....	164
Recomendaciones de la Hipótesis específica N°02.....	164
Recomendaciones de la Hipótesis específica N°03.....	164
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>169</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 CUADRILLA REAL DE TRABAJO DE “HABILITACIÓN DE ACERO” .....	84
TABLA 2 CUADRILLA REAL DE TRABAJO DE “ENCOFRADOS” .....	85
TABLA 3 CUADRILLA REAL DE TRABAJO DE “SOLAQUEOS” .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 <i>LOS LIBROS QUE MÁS HAN CONTRIBUIDO A LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.</i> .....	29
FIGURA 2 <i>EVOLUCIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.</i> .....	30
FIGURA 3 <i>LOS 8 DESPERDICIOS EN LA CONSTRUCCIÓN.</i> .....	31
FIGURA 4 <i>SISTEMA DE PRODUCCIÓN IDEAL DE TENDIDO DE TUBERÍAS.</i> .....	34
FIGURA 5 <i>FLUJOS ININTERRUMPIDOS DE PROCESOS.</i> .....	35
FIGURA 6 <i>FLUJO DE INFORMACIÓN EN LA ETAPA DE PLANEAMIENTO.</i> .....	37
FIGURA 7 <i>ESTRATEGIAS PARA CUMPLIR CON LAS ACCIONES DE PRODUCCIÓN.</i> .....	39
FIGURA 8 <i>ELEMENTOS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.</i> .....	40
FIGURA 9 <i>ENFOQUE DE GESTIÓN TRADICIONAL.</i> .....	41
FIGURA 10 <i>ENFOQUE DE GESTIÓN LEAN CONSTRUCTION.</i> .....	42
FIGURA 11 <i>PROCESO DE PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM.</i> .....	44
FIGURA 12 <i>EJEMPLO DE LOOKAHEAD SCHEDULE.</i> .....	45
FIGURA 13 <i>CATEGORÍAS DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO.</i> .....	50
FIGURA 14 <i>EJEMPLO DE PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUMPLIDAS. (PAC)</i> .....	51
FIGURA 15 <i>EJEMPLO DE PORCENTAJE DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO. (CNC)</i> .....	51
FIGURA 16 <i>PRINCIPIO DE CUELLO DE BOTELLA Y CAPACIDAD DEL SISTEMA</i> .....	56
FIGURA 17 <i>INVENTARIO Y CAPACIDAD DERROCHADA.</i> .....	57
FIGURA 18 <i>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PUSH VS SISTEMA PULL.</i> .....	58
FIGURA 19 <i>EJEMPLO DE CARTA BALANCE.</i> .....	61
FIGURA 20 <i>EJEMPLO DE CARTA BALANCE (CONTINUACIÓN).</i> .....	62
FIGURA 21 <i>FÓRMULA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.</i> .....	67
FIGURA 22 <i>VALORES PARA EL CRITERIO DE CONFIABILIDAD.</i> .....	69
FIGURA 23 <i>ESCALA PARA MEDIR LA VALIDEZ DE CONTENIDO.</i> .....	71
FIGURA 24 <i>RESULTADOS DE PARÁMETROS VARIANZA, “N” Y KR20.</i> .....	75
FIGURA 25 <i>RESUMEN DE INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DEL PROYECTO 01</i> ....	78
FIGURA 26 <i>RESUMEN DE INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DEL PROYECTO 02</i> ....	79
FIGURA 27 <i>RESUMEN DE INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DEL PROYECTO 03</i> ....	80
FIGURA 28 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE TRABAJO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	82
FIGURA 29 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE TRABAJO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	83

FIGURA 30 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE TRABAJO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> .....	83
FIGURA 31 <i>OBREROS EN OTRAS FUNCIONES A CAUSA DEL SOBRE DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLA</i> .....	86
FIGURA 32 <i>TIEMPO OCIOSO</i> .....	87
FIGURA 33 <i>CUADRO RESUMEN DE LAS SUB ACTIVIDADES DE “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	87
FIGURA 34 <i>INCIDENCIA DE SUB ACTIVIDADES DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	88
FIGURA 35 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	88
FIGURA 36 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO PRODUCTIVO TOTAL DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	89
FIGURA 37 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> ...	89
FIGURA 38 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	90
FIGURA 39 <i>CUADRO RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	91
FIGURA 40 <i>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</i> .....	91
FIGURA 41 <i>ACARREO DE PANELES</i> .....	93
FIGURA 42 <i>ENSAMBLADO DE PANELES</i> .....	93
FIGURA 43 <i>CUADRO RESUMEN DE LAS SUB ACTIVIDADES DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	94
FIGURA 44 <i>INCIDENCIA DE SUB ACTIVIDADES DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	94
FIGURA 45 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	95
FIGURA 46 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO PRODUCTIVO TOTAL DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	95
FIGURA 47 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	96
FIGURA 48 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	96
FIGURA 49 <i>CUADRO RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	97
FIGURA 50 <i>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</i> .....	97
FIGURA 51 <i>ACARREO DE MATERIAL PARA EL SOLAQUEO DE MUROS</i> .....	99
FIGURA 52 <i>CUADRO RESUMEN DE LAS SUB ACTIVIDADES DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> .....	100
FIGURA 53 <i>INCIDENCIA DE SUB ACTIVIDADES DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> .....	100



FIGURA 54 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> . .....	101
FIGURA 55 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO PRODUCTIVO TOTAL DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> . .....	101
FIGURA 56 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> . .....	102
FIGURA 57 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEO”</i> . .....	102
FIGURA 58 <i>CUADRO RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS”</i> . .....	103
FIGURA 59 <i>GRÁFICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE TRABAJOS TOTALES POR OBRERO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS”</i> . .....	103
FIGURA 60 <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 1 “LLEVA A CABO UN REGISTRO DEL TIEMPO PRODUCTIVO USADO POR LOS OBREROS DURANTE SU JORNADA”</i> . .....	106
FIGURA 61 <i>ORGANIGRAMA TÍPICO DE LAS OBRAS QUE SE TOMARON COMO MUESTRA</i> . .....	107
FIGURA 62 <i>TIPOS DE COSTOS PRESENTES EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL</i> . .....	108
FIGURA 63 <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 2 “MIDE Y/O CONTROLA LOS DESPERDICIOS EN OBRA DE LAS ACTIVIDADES DE ESTRUCTURAS”</i> . .....	109
FIGURA 64 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	110
FIGURA 65 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	110
FIGURA 66 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	111
FIGURA 67 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	112
FIGURA 68 <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	112
FIGURA 69 <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE</i> . .....	113
FIGURA 70 <i>CORTE Y TALADRADO DE PANELES “IN SITU”</i> . .....	113
FIGURA 71 <i>CICLO DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD</i> . .....	115
FIGURA 72 <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 3 “EMPLEA UNA METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA DISMINUIR LOS TRABAJOS CONTRIBUTORIOS Y NO CONTRIBUTORIOS PARA LAS ACTIVIDADES DE ACABADOS HÚMEDOS”</i> . ....	115

<b>FIGURA 73</b> <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE.</i> .....	<b>116</b>
<b>FIGURA 74</b> <i>DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO NO CONTRIBUTORIO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE.</i> .....	<b>117</b>
<b>FIGURA 75</b> <i>DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJOS TOTALES DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS” POSTERIOR A LA APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS A TRAVÉS DE CARTA BALANCE.</i> .....	<b>118</b>
<b>FIGURA 76</b> <i>TRABAJADOR POSTERIOR A LA REDISTRIBUCIÓN DE CUADRILLA.</i> .....	<b>118</b>
<b>FIGURA 77</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 4 “OBTIENE LA INFORMACIÓN DE LOS TRABAJOS PREVISTOS A EJECUTAR DEL PRESUPUESTO DE OBRA”.</i> .....	<b>120</b>
<b>FIGURA 78</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 5 “CUANTIFICA LA INFORMACIÓN DE LOS TRABAJOS PREVISTOS A EJECUTAR DEL PRESUPUESTO DE OBRA”.</i> .....	<b>121</b>
<b>FIGURA 79</b> <i>ESQUEMA DE LA ELABORACIÓN DE UN PRESUPUESTO META.</i> .....	<b>122</b>
<b>FIGURA 80</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 6 “OBTIENE LA INFORMACIÓN DE RECURSOS PREVISTOS A CONSUMIR POR ACTIVIDAD DEL PRESUPUESTO DE OBRA”.</i> .....	<b>123</b>
<b>FIGURA 81</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 7 “CUANTIFICA LOS RECURSOS PREVISTOS A CONSUMIR POR ACTIVIDAD DEL PRESUPUESTO DE OBRA”.</i> .....	<b>124</b>
<b>FIGURA 82</b> <i>ESQUEMA DE CUANTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS PREVISTOS A CONSUMIR.</i> .....	<b>125</b>
<b>FIGURA 83</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 8 “REALIZA UN REGISTRO DE CONTROL DE AVANCE AGRUPANDO Y FASEANDO LAS ACTIVIDADES”.</i> .....	<b>126</b>
<b>FIGURA 84</b> <i>CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO.</i> .....	<b>127</b>
<b>FIGURA 85</b> <i>REGISTRO DE CONTROL DE AVANCE DE LA PARTIDA “HABILITACIÓN DE ACERO” DEL PROYECTO 01.</i> .....	<b>128</b>
<b>FIGURA 86</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 9 “REALIZA UN REGISTRO DE CONTROL DE HORAS HOMBRE EMPLEADAS DE TODAS LAS ACTIVIDADES”.</i> .....	<b>129</b>
<b>FIGURA 87</b> <i>REGISTRO DE CONTROL DE HORAS HOMBRE DE LA PARTIDA “ENCOFRADOS “DEL PROYECTO 02.</i> .....	<b>130</b>
<b>FIGURA 88</b> <i>RESPUESTA DE LA PREGUNTA 10 “ELABORA UN INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA (ISP)”.</i> .....	<b>131</b>
<b>FIGURA 89</b> <i>INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD DE LA PARTIDA “SOLAQUEOS” DEL PROYECTO 03. ....</i>	<b>132</b>

<b>FIGURA 90 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 11 “UTILIZA UNA METODOLOGÍA PARA TOMAR ACCIÓN INMEDIATA CUANDO LOS RESULTADOS NO SON LOS ESPERADOS”</b> .....	<b>133</b>
<b>FIGURA 91 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 12 “CALCULA LA EFICIENCIA ACUMULADA DE LA MANO DE OBRA”</b> . .....	<b>135</b>
<b>FIGURA 92 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 13 “CALCULA LA EFICIENCIA SALDO DE LA MANO DE OBRA”</b> . ....	<b>136</b>
<b>FIGURA 93 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 14 “CALCULA LA EFICIENCIA AL CIERRE DE OBRA DE LA MANO DE OBRA”</b> . ....	<b>137</b>
<b>FIGURA 94 CUADRO DE CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ACUMULADA, SALDO Y AL CIERRE DE OBRA DE LA MANO DE OBRA DEL PROYECTO 01</b> . ....	<b>138</b>
<b>FIGURA 95 GRÁFICO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA EFICIENCIA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE DEL PROYECTO 01</b> .....	<b>138</b>
<b>FIGURA 96 CUADRO DE CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ACUMULADA, SALDO Y AL CIERRE DE OBRA DE LA MANO DE OBRA DEL PROYECTO 02</b> . ....	<b>139</b>
<b>FIGURA 97 GRÁFICO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA EFICIENCIA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE DEL PROYECTO 02</b> .....	<b>140</b>
<b>FIGURA 98 CUADRO DE CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ACUMULADA, SALDO Y AL CIERRE DE OBRA DE LA MANO DE OBRA DEL PROYECTO 03</b> . ....	<b>141</b>
<b>FIGURA 99 GRÁFICO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA EFICIENCIA ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE DEL PROYECTO 03</b> .....	<b>141</b>
<b>FIGURA 100 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 15 “CALCULA RATIO REAL SEMANAL DE LA MANO DE OBRA”</b> . ...	<b>143</b>
<b>FIGURA 101 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 16 “CALCULA RATIO REAL ACUMULADO DE LA MANO DE OBRA”</b> . .....	<b>144</b>
<b>FIGURA 102 GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS RATIOS DE PRODUCTIVIDAD DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO” Y LA LÍNEA BASE DE RATIO DE LA ACTIVIDAD</b> . ....	<b>145</b>
<b>FIGURA 103 GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS RATIOS DE PRODUCTIVIDAD DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS” Y LA LÍNEA BASE DE RATIO DE LA ACTIVIDAD</b> . ....	<b>146</b>
<b>FIGURA 104 GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS RATIOS DE PRODUCTIVIDAD DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS” Y LA LÍNEA BASE DE RATIO DE LA ACTIVIDAD</b> . ....	<b>147</b>
<b>FIGURA 105 RESPUESTA DE LA PREGUNTA 17 “REALIZA UNA COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS REALES Y RENDIMIENTOS ESPERADOS DE LA MANO DE OBRA”</b> . ....	<b>149</b>

<b>FIGURA 106 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</b> .....	<b>150</b>
<b>FIGURA 107 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD REAL DE LA MANO DE OBRA DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</b> .....	<b>150</b>
<b>FIGURA 108 COMPARACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS REALES Y ESPERADOS DE LA ACTIVIDAD “HABILITACIÓN DE ACERO”</b> .....	<b>151</b>
<b>FIGURA 109 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</b> .....	<b>151</b>
<b>FIGURA 110 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD REAL DE LA MANO DE OBRA DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</b> .....	<b>152</b>
<b>FIGURA 111 COMPARACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS REALES Y ESPERADOS DE LA ACTIVIDAD “ENCOFRADOS”</b> .....	<b>152</b>
<b>FIGURA 112 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS”</b> .....	<b>153</b>
<b>FIGURA 113 RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD REAL DE LA MANO DE OBRA DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS”</b> .....	<b>154</b>
<b>FIGURA 114 COMPARACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS REALES Y ESPERADOS DE LA ACTIVIDAD “SOLAQUEOS”</b> .....	<b>154</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. <i>FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DEL TMR</i> .....	52
ECUACIÓN 2. <i>DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA</i> .....	68
ECUACIÓN 3. <i>FÓRMULA “KR20”</i> .....	69

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad el determinar mediante la aplicación de Carta Balance, la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el Distrito de Bellavista. En primera instancia, se identificaron las obras de edificaciones de ductilidad limitada activas en el distrito y se determinó que eran 03. Una vez identificadas las obras en las que se aplicarían el estudio, se procedió a visitar las instalaciones y posterior a esto, aplicar el instrumento de medición “lista de chequeo” (de autoría propia) que demostró la deficiencia del control de la productividad de la mano de obra. Seguidamente, se obtuvieron los Informes Semanales de Productividad (ISP) elaborados por las empresas constructoras y mediante la información registrada en los informes, se identificaron las actividades con bajos niveles de productividad; en el caso del Proyecto 01 fue “Habilitación de acero”, en el caso del Proyecto 02 fue “Encofrados” y en el caso del Proyecto 03 fue “Solaqueos”. Ya con las actividades identificadas, se realizó el muestreo mediante observación directa a las cuadrillas de trabajo encargadas de la ejecución de las actividades mencionadas y esta información fue, posteriormente, registrada en las Cartas Balance utilizadas para el estudio. Posteriormente, se realizó el procesamiento de resultados de las Cartas Balance encontrándose niveles bajos de trabajo productivo en las tres actividades. Una vez identificadas las posibles causas del bajo nivel de este indicador, se aplicaron las medidas correctivas correspondientes. Finalmente, se realizó una segunda evaluación de la productividad mediante Cartas Balance en las 03 obras lográndose una mejora de los porcentajes de trabajo productivo en cada actividad igual a 29% en “Habilitación de acero”, 16% en “Encofrados” y 36% en Solaqueos. A través de estos resultados, se ratificó y demostró la mejora de la productividad a través de la aplicación de esta herramienta. Asimismo, mejoraron la eficiencia de la mano de obra y los índices de ratios de productividad.

**Palabras clave:** Productividad, Optimización, Carta Balance, Trabajo Productivo.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine, through the application of Carta Balance, the improvement of productivity in construction works of limited ductility in the Bellavista District. In the first instance, the works of buildings of limited ductility active in the district were identified and it was determined that they were 03. Once the works in which the study would be applied had been identified, the facilities were visited and after that, the "checklist" measurement instrument (self-authored) that demonstrated the deficiency in the control of labor productivity. Next, the Weekly Productivity Reports (ISP) prepared by the construction companies were obtained and through the information recorded in the reports, the activities with low productivity levels were identified; in the case of Project 01 it was "Steel Fitting", in the case of Project 02 it was "Formwork" and in the case of Project 03 it was "Flooring". With the activities identified, the sampling was carried out through direct observation of the work crews in charge of the execution of the aforementioned activities and this information was later recorded in the Balance Letters used for the study. Subsequently, the results of the Balance Letters were processed, finding low levels of productive work in the three activities. Once the possible causes of the low level of this indicator were identified, the corresponding corrective measures were applied. Finally, a second evaluation of productivity was carried out through Balance Letters in the 03 works, achieving an improvement in the percentages of productive work in each activity equal to 29% in "Steel Fitting", 16% in "Formwork and 36% in Solaqueos. . Through these results, the improvement in productivity through the application of this tool was ratified and demonstrated. Likewise, labor efficiency and productivity ratio indices improved.

**Keywords:** Productivity, Optimization, Balance Sheet, Productive Work.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### Realidad Problemática

La construcción ha estado inmersa en el progreso tecnológico de cada una de las culturas de todo el mundo, aunque, unas tuvieron más trascendencia que otras, tanto extensas como pequeñas civilizaciones han intervenido su espacio buscando una mejor calidad de vida. La relevancia de esta industria todavía es transversal en cada una de las economías, puesto que moviliza una enorme proporción de insumos, impulsa de manera significativa la generación de empleos directos e indirectos, y ayuda en un porcentaje fundamental en la formación de capital de las naciones. (Burgos, G, & Villegas., 2016)

Pérez Gómez Martínez, Rosales Mendoza, & López Montelongo (2019), nos señalan en su investigación denominada “Evaluación de la gestión en la construcción de una tienda de conveniencia por medio de Lean Construction”, que el sector construcción es el de mayor retraso en proponer y llevar a cabo sistemas de mejora innovadores que nos ayuden a mejorar la eficiencia y productividad en la gestión de un proceso constructivo. Además, refieren que este sector, dada a la clara diferencia que existe en las características de su producto en comparación al producto de otros segmentos industriales, ha rechazado constantemente la opción de incluir procesos de mejora.

En la industria de la construcción, los trabajadores en general están sujetos a fuertes presiones laborales impuestas por sus jefes debido a los tiempos de entrega que manejan. Debido a esto se presentan desperdicios durante los procesos y estos a su vez entregas fuera de tiempo y reprocesamientos que impactan directamente en el costo, el cual no siempre reflejan el valor que el cliente desea recibir. (Luong Le, 2020)

Está claro que, a nivel mundial, se considera al sector construcción como una de las mayores y más importantes industrias; pues de este sector depende (en gran porcentaje) el correcto desarrollo de los países, ya sea a nivel económico o a nivel estructural. Es por esto,



que se debe dar mayor énfasis a una correcta planificación para así poder obtener mejores estándares de productividad. Adicionalmente, debemos tener en cuenta que el personal obrero es muy importante y debe ser considerado como uno de los recursos que mejor debemos emplear, pues de no hacer un uso adecuado de este, nuestra productividad podría descender o simplemente no generaríamos los beneficios esperados.

Existen métodos y herramientas que fueron creados para mejorar los procesos, aumentar la competitividad y en busca de una gestión eficiente, sin pérdidas y sin complicaciones. Para poder mejorar la productividad de los procesos de construcción, se debe trabajar sobre los métodos constructivos y optimizar el uso de los recursos involucrados, humanos, materiales, máquinas y equipos, tiempo, información, etc. (Cantú Alejandro, 2018)

A nivel mundial, la productividad laboral en el sector de la construcción ha aumentado en promedio solo en un 1% al año durante las últimas dos décadas, a comparación del 2,8% de crecimiento para la economía global y del 3,6% para el sector manufacturero. Una nueva investigación sobre la Productividad de la Construcción (MGI) confirma que hay muchas razones para un comportamiento o desempeño pobre y permanente. Este sector está excesivamente regulado y depende en gran medida de la demanda del sector público. Además, la informalidad y en algunas ocasiones, hasta la corrupción, distorsionan el mercado. Cabe recalcar que, los contratos llenos de desajustes en la asignación de riesgo y que en las retribuciones los ejecutores y contratantes a menudo encuentran complicado conducirse por un mercado turbio, trae como consecuencia una gestión y ejecución de proyectos deficientes, procesos de diseño inadecuados, falta de inversión en investigación, desarrollo e innovación. (Filipe Barbosa, 2017).

Un informe realizado por la Oficina Regional para América Latina y el Caribe, de la Organización Internacional del Trabajo, en abril del 2006, argumenta que Latino América

no ha mejorado la productividad laboral significativamente, a pesar del desarrollo económico mostrado en la década del noventa. (Mejia, 2007)

Viendo la situación actual del Perú a nivel de productividad en el sector construcción en ese entonces, es que en el año 2011 se crea el Capítulo Peruano Lean Construction Institute con la finalidad de elevar el nivel profesional y la eficiencia del sector de construcción en el país, conformado por empresas de primer nivel.

Muñoz & Ccahuana (2016), mencionan que la realidad nacional en proyectos de construcción es que se invierte muy poco tiempo para revisar procedimientos y metodologías a usar. Además de que contamos con un porcentaje bajo en cuanto a productividad y por tanto, buen aprovechamiento del tiempo se refiere. A nivel nacional solo un 28% del trabajo en obra es productivo (TP), un 36 % es contributorio (TC) y otro 36% es trabajo no contributorio (TNC). Estos porcentajes son bastante bajos a comparación de estándares Internacionales como en el caso de Chile que tiene un porcentaje de trabajo productivo de 66%, trabajo contributorio de 15% y trabajos no contributorios de 19%, y Colombia que cuenta con trabajos productivos de 55%, trabajos contributorios de 25% y trabajos no contributorios de 20%.

Asimismo, Ghio (2001), en su libro “Productividad en Obras de Construcción” vuelve a concluir en que en el Perú solo producimos efectivamente el 28% de tiempo. Además, nos dice que de no mejorar los niveles de ocupación del tiempo y mantenernos en niveles productivos tan bajos, Perú no lograría salir de la condición de ser país subdesarrollado, no importa que tan bueno sea el gobierno que nos toque en un futuro.

Según un reciente artículo publicado en la Revista Costos, en Perú ya se han venido implementando métodos y fórmulas para analizar cada uno de los procesos de construcción o actividades, esto con la finalidad de mejorar los estándares de productividad señalados anteriormente, además de reducir costos. En cuanto al ámbito local podemos inferir que esta

reciente implementación también se está dando en proyectos civiles ejecutados en Lima y Callao. Si bien no se implementa aun en el 100% de obras de construcción, se proyecta que con el comienzo de este accionamiento los estándares de productividad de mano de obra aumenten.

### **Delimitaciones de la Investigación**

La presente investigación se delimitó en los aspectos espacial, social y temporal de acuerdo a lo siguiente:

#### **Delimitación espacial**

La presente investigación se realizó en el distrito de Bellavista, provincia de Callao.

#### **Delimitación social**

En la presente investigación intervinieron ingenieros responsables de obra, ingenieros jefes del área de oficina técnica o control de proyectos e ingenieros jefe del área de producción destacados por las empresas constructoras para la ejecución de sus proyectos en el distrito de Bellavista.

#### **Delimitación temporal**

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses Agosto y Octubre del año 2021, interviniendo en las diferentes etapas de construcción de las obras en ejecución.

#### **Delimitación conceptual**

La presente investigación aborda los conceptos de estructura de control de recursos y su relación con la productividad de dichos recursos.

### **Justificación**

La industria de la construcción es una parte importante del aparato económico de un país, es decir, el crecimiento de un país depende en gran magnitud al buen desempeño de este sector. Sin embargo, este último presenta constantes pérdidas por desajustes en la programación de actividades o simplemente por el hecho de un mal aprovechamiento del

tiempo y que termina afectando la productividad de la mano de obra; es por esto que es necesario diseñar estrategias para mejorar la productividad en cada actividad llevada a cabo por las empresas constructoras. Dichas estrategias deben pretender soluciones efectivas y de aplicación inmediata, ya que si la empresa constructora no aprovecha la oportunidad de ser más competitiva la competencia lo hará, además, si esta no está preparada para enfrentar el crecimiento del sector, las pérdidas por desperdicios se multiplicarán exponencialmente al igual que las pérdidas económicas.

### **Problemas de la investigación**

#### **Problema general**

¿De qué manera la aplicación de Carta Balance mejora la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cómo el trabajo productivo influencia la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?
- ¿Cómo variaría la eficiencia mediante la aplicación de Carta Balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?
- ¿Cómo se vería afectada la ratio real con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

Determinar mediante la aplicación de Carta Balance la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

### **Objetivos específicos**

- Contrastar cómo el trabajo productivo influencia la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.
- Analizar cómo variaría la eficiencia mediante la aplicación de Carta Balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.
- Evaluar cómo se vería afectada la ratio real con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

## **Hipótesis de la investigación**

### **Hipótesis general**

La aplicación de Carta Balance mejoraría la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

### **Hipótesis específicas**

#### **Hipótesis específica N°01.**

H1: El trabajo productivo contribuiría a mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

H0: El trabajo productivo no contribuiría a mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

### **Hipótesis específica N°02.**

H1: La eficiencia se optimizaría mediante la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

H0: La eficiencia no se optimizaría mediante la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

### **Hipótesis específica N°03.**

H1: La ratio real mejoraría con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

H0: La ratio real no mejoraría con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

## **Marco Teórico**

### ***Antecedentes de la Investigación***

**Antecedentes Internacionales.** Martínez, Botello, & Montelongo (2019), en su investigación denominada “Mejora en la construcción por medio de Lean Construction y Building Information Modelling: caso de estudio” tienen como objetivo implementar conceptos de Lean Construction (LC) y Building Information Modeling (BIM) a la gestión administrativa del proceso constructivo de una vivienda popular ubicada en México, esto con la finalidad de evaluar posibles beneficios económicos de tiempo en la construcción de

la edificación. Para demostrar el nivel de producción de personal obrero, se tomaron mediciones o muestreos reales de producción en obra por actividades con ayuda de la Carta Balance, esto, enfocándose únicamente a las etapas de análisis y construcción. Durante el tiempo que se realizaron los análisis de las actividades, la toma y clasificación de los tiempos, se pudo observar diferentes situaciones que bien podrían indicar mala gestión en el proceso de construcción de las viviendas. Posteriormente y con la implementación de LC y BIM se logró una optimización importante en el tiempo de construcción, este pasó de tomar 14 semanas a una nueva programación de culminación de 11 semanas.

En cuanto a investigaciones que hayan tratado de definir las ventajas y desventajas de aplicar sistemas de mejora continua a procesos de construcción, se encuentra la realizada por Pérez Gómez Martínez, Rosales Mendoza, & López Montelongo (2019), y que lleva como título “Evaluación de la gestión en la construcción de una tienda de conveniencia por medio de Lean Construction” y que fue realizada también en México. Esta investigación tuvo como objetivo general el poder detectar en qué aspectos puntuales pueden ser integrados los conceptos destinados a permitir mayor eficiencia en la obra. Se desarrolló por medio de la aplicación de Lean Construction y se definió un seguimiento puntual de las actividades desarrolladas por la empresa constructora. Se realizaron mediciones completas con ayuda de Cartas Balance, minuto a minuto de la duración por actividad, posteriormente se realizó un análisis sobre cada actividad que permitió clasificar el desempeño de estas con respecto a un desempeño ideal. A través de la investigación se concluyó que la obra en estudio descuidó el control sobre el aprovechamiento del recurso humano, se encontró solo una actividad con un tiempo productivo mayor al 60% que es el ideal que fue Habilitación de anclas con un 71.2% ya algunas otras actividades con un porcentaje que bordea el 50% que puede ser considerado apenas bueno como fueron Concreto en Zapatas con 56.09%, Plantilla 54.76%, Relleno 54.69% y Colocación Grout 54.05%.

Bustos, López, Camacho, & Barrios (2021), realizaron un estudio tipo artículo denominado “Análisis Comparativo en un proyecto de construcción comercial del Last Planner System con el Sistema Tradicional” donde tenían como principal objetivo identificar a través de mediciones con Cartas Balance el desperdicio que ocurre en los procesos de construcción (especialmente en Mampostería), analizado en un proyecto de edificación comercial en Zapopan, México. La metodología se utilizó para medir la productividad de las cuadrillas durante jornadas completas de trabajo, donde una vez evaluado el rendimiento de producción, se identifican las mejoras que el sistema de producción puede tener. Cuando finalizaron el proceso se implementó el Last Planner System concluyendo con un aumento de productividad del 13% y los desperdicios disminuyeron un 20%.

En Ecuador, Campoverde & Buri (2016), desarrollaron un proyecto integrador denominado “Pérdidas operacionales generadas en la construcción de una urbanización: análisis de sus causas y soluciones mediante la filosofía de Lean Construction”. Este proyecto tenía como objetivo detectar pérdidas operacionales en la construcción de una urbanización, esto a través de la detección de fuentes de pérdidas y las causas que las generan (aplicación de Lean Construction), cuantificando los rendimientos de las cuadrillas y el material utilizado para los procesos analizados; por último, se propusieron soluciones para mejorar la productividad en futuras construcciones y también dar solución a los problemas encontrados dentro de la construcción. En cuanto a la aplicación de la Carta Balance para la evaluación de cuadrillas que se empleó en el desarrollo del proyecto se concluyó que, los rubros en donde más se considera que existen pérdidas son: los enlucidos, instalación de cerámica, mampostería, fundición de hormigón preparado en sitio y encofrados de estructuras, estos datos fueron encontrados mediante encuestas. La causa más probable de que estas pérdidas existan el desperdicio de material y a su vez, el uso excesivo de este. También detectaron que el problema más frecuente fue la falla por control (con un 37%) por



parte del residente o maestro de obra. Por último, mediante la aplicación de la Carta de Balance de Recurso, se pudo determinar, que los niveles promedio de trabajo no contributorio tanto para mampostería, enlucido de fachada e instalación de cerámica son de 31,73%, 46,73% y 52,30% respectivamente; de igual manera, los niveles de actividad real fueron de 77,66%, 66,01% y 56,35%; encontrándose estos resultados dentro de lo establecido.

Socarras (2013), desarrolló una investigación denominada “Aplicación de la herramienta time-lapse para la identificación y reducción de pérdidas en edificaciones con estructura en concreto” cuyo objetivo general fue analizar los procesos constructivos en edificaciones con estructuras en concreto, para esto se evaluó la eficiencia de los instrumentos de obra y así poder analizar los procesos constructivos, además se caracterizaron los procesos constructivos y se determinaron las causas por las que pudo haber pérdidas en la construcción del proyecto, es precisamente en este ítem donde utilizó la filosofía Lean Construction y por ende las Cartas Balance por último se propusieron recomendaciones para incrementar la productividad identificando los aportes de los tiempos productivos y contributorios y eliminando los tiempos no contributorios. La investigación concluyó con un valor de 27% de tiempo no contributorio (trabajo no contributorio) y que esto se puede deber al tiempo de desplazamiento de personal, esperas por material o por indicaciones y señalan que se puede hacer una reducción de este porcentaje mediante la implementación de la pluma grúa y ascensor en obra. Por último, en promedio de las 4 cuadrillas evaluadas se encontró un porcentaje de trabajo productivo del 44%, un trabajo contributivo de 29 y trabajo no contributivo de 27%.

**Antecedentes Nacionales.** En cuanto a antecedentes nacionales tenemos a la investigación realizada por Muñoz & Ccahuana (2016), denominada “Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares. (Caso: “Cerezos

de Surco”). Esta investigación tuvo como objetivo utilizar la carta balance para optimizar la mano de obra en la edificación Cerezos de Surco. Para esto, se realizaron muestreos con intervalos de tiempo corto (cada 1 o 2 minutos) de la actividad que está realizando cada obrero. Estas actividades fueron previamente seleccionadas según criterios conceptuales en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC); una vez realizado el análisis y teniendo los porcentajes finales de trabajos se aplicó la carta balance para dar soluciones de mejora inmediatas. Del estudio realizado a la edificación multifamiliar “Cerezos de Surco” se concluyó que se pudo optimizar la mano de obra. Esta optimización fue de S/. 31,003.48 que representó un 5.13% del costo directo por piso.

Uzategui (2014), desarrolló una investigación titulada “Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de Solaqueo y Terrajeo de un edificio multifamiliar”, la cual tuvo como principal objetivo mejorar la productividad general del proyecto por medio de la optimización de los procesos de las partidas de solaqueo y tarrajeo utilizando la metodología de Carta Balance, por lo que se comenzó con el reconocimiento e identificación de las actividades productivas, contributorias y no contributorias. Seguidamente se realizó la descripción del diagrama de flujo del proceso de las partidas y la distribución del personal utilizado. Por último, determinaron los resultados y plantearon oportunidades de mejora. Como resultado obtuvieron una reducción en el plazo de ejecución del proyecto de 242 días útiles a 229 días útiles, esto representaba una disminución del 5.4% en el plazo de ejecución de la obra.

Lopez & Rojas (2020), en su investigación “Mejoramiento de la productividad en el proceso constructivo del proyecto Ampliación del servicio académico del CIDUNT, Distrito de Trujillo, aplicando la carta balance” tuvieron como objetivo usar la Carta Balance para identificar factores que inciden en la baja productividad dentro de la industria de la construcción, medido en la obra en estudio. La metodología de estudio fue Diseño Pre

experimental Longitudinal, donde los autores analizaron la muestra en campo antes y después de aplicar las estrategias de mejora correspondientes para mitigar Trabajos No Contributorios encontrados en obra, mediante la herramienta Carta Balance. La muestra de estudio fueron las partidas: Concreto en sub cimiento, acero en vigas de cimentación, acero y concreto en platea de cimentación, acero y concreto en losa aligerada. Estas partidas fueron analizadas aplicando la carta balance en obra durante una hora, viendo las actividades que realiza el personal obrero minuto a minuto en las partidas de concreto en sub cimiento, acero en vigas de cimentación, acero en platea de cimentación, concreto en platea de cimentación, acero en losa aligerada y la de concreto en losa aligerada, dándose inicio a la obra el día 20 de julio de 2020.

En cuanto a investigaciones anteriores sobre este tema desarrolladas al norte de nuestro país, se encuentra la realizada por Uceda (2019), que lleva como título “Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”. En esta, el investigador tenía como principal objetivo, mediante la utilización de la Carta Blance, mejorar la productividad en las diferentes actividades en la construcción de una edificación multifamiliar bajo la filosofía Lean Construction. Para esto, realizó una medición continua por periodos de tiempo relativamente cortos y de esta manera logró identificar el porcentaje de tiempo empleado en trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio en cada partida que analizó para finalmente plantear las propuestas de mejora correspondientes a cada una. Su investigación concluyó que, tras haber realizado las implementaciones necesarias en las partidas correspondiente, se logró cumplir con el plazo especificado en cronograma de obra, no se logró reducir el tiempo ya que las implementaciones no se hicieron al comienzo del proyecto sino hasta mucho después. Además, encontró que, se obtuvo una disminución del TNC del 20.18% a 14.98%, el TC

aumentó del 34.5% al 36.76%, y el TP aumentó de 45.31% a 48.26%. También concluyó que el costo de mano de obra de diferencia entre los APU del expediente y los APU de las cuadrillas optimizadas fue de S/125,365.83.

Por otro lado, Huerta & Gonzales (2019), realizaron una investigación en el departamento de Lima denominada “Mejora de la productividad en las partidas de colocación de acero y encofrado de reservorio e instalación de tuberías aplicando la carta balance en Ñaña y anexos, distrito de Lurigancho-Chosica.2019” cuyo objetivo fue proponer una carta balance la cual permita mejorar la productividad de obra a través del uso de esta metodología, y a su vez cultivar los conocimientos y criterios de productividad de obra. Para esto, se tomó como población las obras de saneamiento del distrito de Lurigancho – Chosica y como muestra las partidas de colocación de acero, encofrado en reservorio e instalación de tuberías, posteriormente procedieron con el muestreo y la aplicación de la Carta Balance. Los investigadores concluyeron que, el nivel de productividad de las partidas seleccionadas fue eficiente y se encontraba dentro de los márgenes de aceptación.

## **Bases teóricas**

### ***Filosofía Lean***

**Evolución histórica.** La filosofía " Lean Construction" surge de una metodología de finales del siglo XIX y a principios del siglo XX conocida como "Lean Production”, esta se utilizó para mejorar el proceso en fabricación de automóviles.

Alrededor del año 1973, la crisis del petróleo agregada a la crisis económica que se vivía en ese entonces, afectó a varios países del mundo, incluido Japón. Para el año 1974, la economía del país japonés cayó tanto que su crecimiento fue prácticamente nulo.

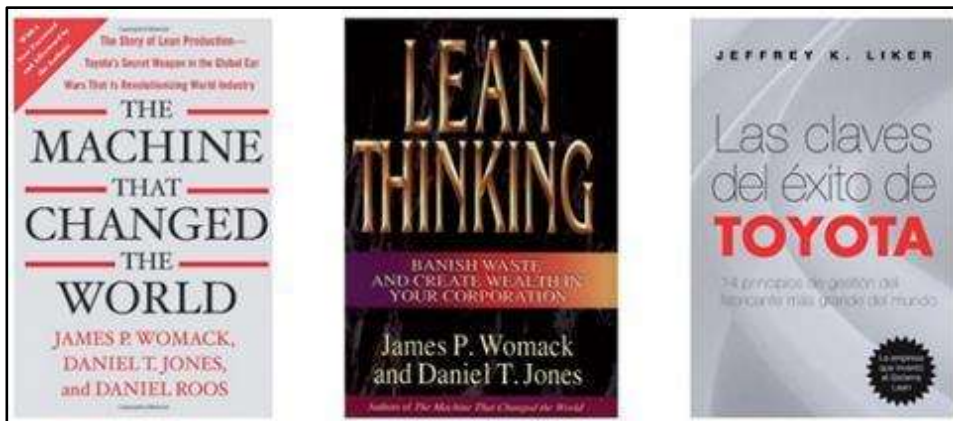
Años más tarde, el Instituto de Tecnología de Massachusetts creó el Programa Internacional de Vehículos Motorizados para comprender las principales razones del cambio industrial. A través de este programa, se descubrió que las empresas japonesas

obtienen un sistema productivo con la capacidad de fabricar con mayor calidad, tiempos de entrega cortos y menores costos desde el diseño hasta la fabricación.

El grupo de técnicas de producción japonesas implementadas por Toyota Motors se definió como “Lean Producción” o producción más ajustada o ligera y fue creado por John Krafcik a finales de la década de 1980, además se extendió por todo el mundo durante la próxima década a través de publicaciones como “La máquina que cambió el mundo”, entre otras.

### Figura 1

*Libros que más han contribuido a la filosofía Lean Construction.*



*Nota.* Fuente: Introducción a Lean Construction (2014).

Lauri Koskela, alrededor de 1990, creó un nuevo modelo de programación/planificación en proyectos de obras de construcción. Esto, a través de la reformulación de conceptos tradicionales de dominio de esta área. Durante su estadía en la Universidad de Stanford, California, escribió el documento "Application of the new philosophy of production to construction", que indica la teoría detrás de la nueva filosofía, pero aplicada a este sector. Es este trabajo el que se utilizaría como base para futuras investigaciones sobre la implementación del Toyota Production System (TPS) y la filosofía Lean en la industria de la construcción.

Por último, el término “Lean Construction” fue establecido por los fundadores del “International Group Lean Construction” (IGLC) en el año 1993. (Pons, 2014).

## Figura 2

*Evolución de la filosofía Lean Construction.*



*Nota.* Fuente: Trenes de trabajo (2019).

**Sistema de Producción Toyota (TPS).** El Toyota Production System o TPS, tiene como objetivo lograr metodologías de producción eficientes, que mejoren la productividad, que determinen los desperdicios de manera temprana; además, de asegurar la calidad y respeto por los empleados o trabajadores. Los principales objetivos de TPS son la reducción de inventarios, la reducción de los desperdicios, la integración entre proveedores, el respeto al trabajador y la simplificación de la estructura productiva. Esta filosofía está conformada por dos sistemas importantes: Just in Time y JIDOKA, los cuales citaremos a continuación:

**Método Just in Time.** Este sistema fue elaborado por Taiichi Ohno y Shingeo Shingo en las operaciones productivas efectuadas en la compañía TOYOTA. El fin del JIT es crear los recursos necesarios, en las proporciones que realmente se necesitan y una vez que sea preciso; es decir, ejecutar un procedimiento justo antes de que el siguiente procedimiento lo requiera y en la proporción que lo necesite.

**Figura 3**

*Los 8 desperdicios en la construcción.*



*Nota.* Fuente: Trenes de trabajo (2019).

Según (Botero, 2006), los desperdicios o pérdidas se pueden definir como una actividad que no aporta valor al cliente. Esto significa que se utilizarán más recursos de los que realmente se necesitan. Se pueden representar como trabajadores, espacios de trabajo, maquinarias, etc. En construcción, se definen como tiempo de reparación, inspección excesiva, transportes, esperas, procesamiento excesivo y producción excesiva.

Este método busca que se genere con base a la demanda real del mercado, el cual requiere cada vez una proporción diversificada de productos y en proporciones mucho menores.

**Método JIDOKA.** Esta metodología busca garantizar que la línea de producción esté libre de errores y que la calidad esté totalmente garantizada. Por este motivo, las piezas defectuosas no siguen el proceso de producción. Esto se puede lograr detectando y depurando al principio del proceso y durante todo el proceso, en lugar de hacerlo al final con pruebas de calidad. Algunos autores describen al JIDOKA como un proceso que sistematiza a las personas a partir de la idea de que todos los trabajadores de una empresa,



independientemente de su puesto, tengan el nivel de compromiso suficiente para garantizar que la innovación en los procesos ejecutados funcione correctamente.

**Lean Production.** Lean es un nuevo enfoque de trabajo que se basa en el respeto por las personas y cinco pensamientos importantes: creación de valor, concentración en los flujos y minimización de pérdidas o desperdicios, optimización del todo y mejora continua.

El enfoque Lean considera los siguientes puntos para poder controlar la producción:

- Identificación de procedimientos que no añaden valor al proyecto y por consiguiente no contribuyen con generar la mayor cantidad de utilidades.
- Aumentar el valor del producto con la finalidad de generar una mayor satisfacción en el cliente.
- División de los lotes de producción en lotes más pequeños. Esto da como resultado tiempos de ciclo más cortos que si todo el lote estuviera contenido en un proceso.
- Mejor control de recursos a través de la simplificación de procesos.
- Total transparencia en los procesos.
- Benchmarking.
- Mejora continua.

Lo anterior se relaciona con la mejora del proceso de producción y la reducción de todas las actividades que, según Shingo y Koskela, no agregan valor al proceso y fueron definidas por los mismos autores como pérdidas. Los 8 desperdicios definidos por los autores, se especifican a continuación:

- *Sobre – Producción.* Este desperdicio se refiere a una excesiva producción; es decir, a generar más de lo que en realidad se necesita. Es uno de los peores desperdicios pues genera una acumulación innecesaria de productos que no se podrán usar posteriormente.



- *Esperas*. Este desperdicio también llamado “tiempo muerto”, viene a ser el tiempo perdido durante un proceso o actividad determinada o entre actividades. Puede darse por falta de herramientas, equipos o simplemente por falta de indicaciones o información. Este desperdicio representa el mayor porcentaje en lo que respecta al trabajo no contributorio.
- *Transporte*. Hace referencia al desmesurado traslado de recursos (materiales, equipos o herramientas) para llegar al lugar en donde se realizarán los procedimientos o procesos.
- *Sobre procesamiento*. Ejecución adicional de trabajo sobre el que realmente necesario para la elaboración de un producto o servicio, que no es parte el proceso idóneo y que el cliente no pagará.
- *Inventario*. Acumulación de productos debido a un cambio en los procesos que conllevaron a modificaciones en la demanda de estos productos.
- *Movimientos*. Todo tipo de desplazamiento innecesario, sin justificación y que no aporta en la ejecución de una actividad.
- *Defectos*. Son las pérdidas resultado de actividades mal ejecutadas y que a raíz de esto presentan defectos y generan costos extras que terminan siendo asumidos por las empresas.
- *Make Do*. Ultimo desperdicio propuesto por Koskela hacia el año 2004; esta pérdida también es llamada “improvisación” ocurre cuando la persona encargada no vela por que se cumplan las pre condiciones que necesita una actividad antes de ser realizada. Por tanto, se puede considerar este tipo de desperdicio como el forzar de una tarea a pesar de no tener los requerimientos completos.

## *Lean Construction*

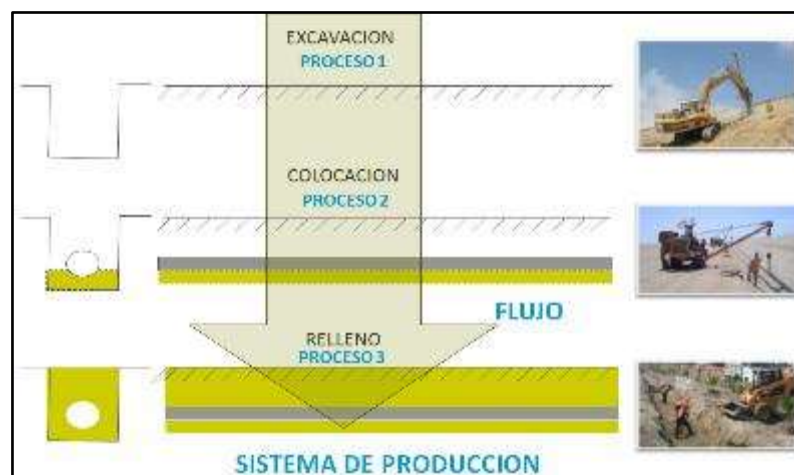
**Concepto.** Lean Construction hace referencia a una construcción sin pérdidas, a través de la implementación de principios y recursos que conforman el enfoque Lean en todo el ciclo de un proyecto de construcción.

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean Construction se enfoca en controlar la producción y gestionar proyectos de construcción, desde el diseño hasta la entrega, maximizando el valor y minimizando el desperdicio. Esto apunta a la excelencia mediante el diseño de sistemas de producción superiores para optimizar los recursos y minimizar el desperdicio. Es decir, todo aquello que no aporta valor a las tareas necesarias para la realización de una unidad productiva.

Se debe tener en cuenta que cada actividad de producción que compone un proyecto se define como un proceso. En tanto, el flujo es la continuación (uno tras otro) de todos estos procesos. Esto se podrá observar en la siguiente figura:

**Figura 4**

*Sistema de producción ideal de tendido de tuberías.*



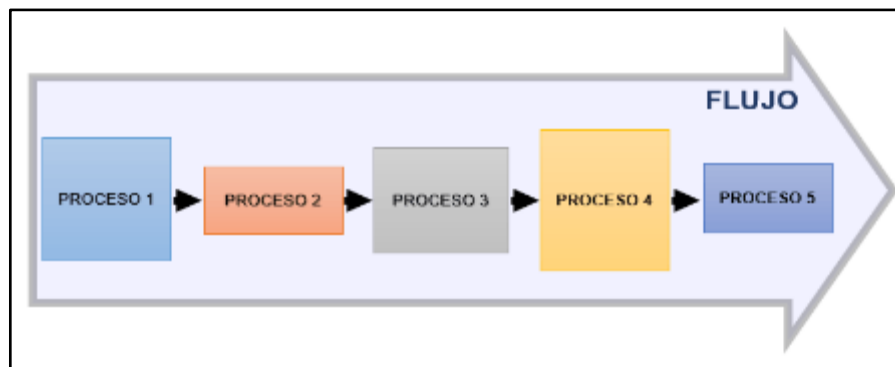
*Nota.* Fuente: Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (2014).

Para asegurarnos de que un sistema de producción sea eficiente, a su vez debemos asegurar que los flujos no paren (incluso con flujos y procesos deficientes), debemos asegurar también flujos no detenidos y eficientes y flujos no detenidos, eficientes y con procesos eficientes.

**Flujos no paren.** El primer paso en la transición hacia la excelencia operativa es garantizar que los flujos y procesos no se detengan, incluso si siguen siendo ineficientes. Tener un flujo ininterrumpido de un sistema de producción es el primer paso para ser un sistema eficiente.

### Figura 5

*Flujos ininterrumpidos de procesos.*



*Nota. Fuente: Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (2014).*

Para que los flujos no se detengan se debe realizar un análisis minucioso de las actividades a realizar, con el fin de determinar las estrategias necesarias para su ejecución. Se debe considerar la elaboración de estrategias enfocadas al manejo de variabilidad. Es durante la etapa de ejecución, donde el sistema del último planificador (Last Planner System) actúa como escudo para proteger el plan a través de la planificación detallada a medida que se acerca la fecha de ejecución.

***Analizar bien lo evidente.*** Radica en el realizar un análisis profundo de todas las actividades a llevarse a cabo en el proceso de ejecución del proyecto, este análisis debe ser

muy amplio, con la finalidad de que lo hecho en la etapa de planeamiento sea lo más confiable posible.

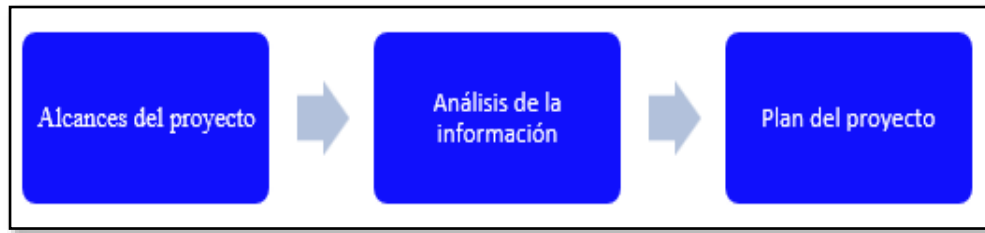
Sin embargo, que sea un análisis amplio no implica que sea detallado, por el contrario, deberá ser lo más simple posible y a través de hitos, dado que de haber variabilidad lo desactualizará muy fácilmente. Se analizará todo lo planeado y el cómo de la ejecución de esto, los tiempos de ejecución planteados, recursos necesarios y toda la información necesaria para cumplir con las metas del proyecto. Lo que se debe obtener a través de este amplio análisis debe ser un cronograma en una escala macro, sencillo de comprender, analizar y actualizar.

En esta etapa el equipo ejecutor del proyecto recolectará toda la información de este como el contrato, especificaciones necesarias, así como toda la documentación pertinente. Esta información servirá para analizar todos los aspectos del proyecto para cumplir con las metas de costo, plazo, calidad, etc y de esta manera obtener la planificación a nivel macro y las estrategias que se implementarán para lograr lo antes expuesto.

El realizar trabajos que contribuyan con el cumplimiento del alcance del proyecto, debe ser el principal objetivo del equipo ejecutor de este. Además, deben identificar posibles falencias o errores existentes dentro del alcance para poder definirlo con precisión y posteriormente proponer soluciones y elegir la más conveniente. El realizar esto, permite que nos anticipemos a futuros problemas que se puedan dar en el proceso de ejecución del proyecto, y a la vez nos permite disminuir lo máximo posible las pérdidas.

## Figura 6

*Flujo de información en la etapa de planeamiento.*



*Nota. Fuente: Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (2014).*

Para realizar el análisis del plan se debe cubrir todos los aspectos importantes del proyecto, para esto se debe centrar el sistema de producción y las estrategias del área de soporte para un desarrollo eficiente del sistema productivo.

A la vez, el sistema de producción se enfoca en analizar las estrategias de ejecución como las etapas de trabajo, orden de ejecución de las actividades junto con sus duraciones, recursos necesarios, entre otros; esto con la finalidad de que lo propuesto en la etapa de planeamiento sea lo más confiable posible y se desarrolle un flujo ininterrumpido de la producción o flujo continuo de esta.

Sin embargo, para la etapa de planeamiento de un proyecto, también es necesario tener en cuenta los requisitos del cliente para así, identificar potenciales mejoras que le agreguen valor al producto. Adicionalmente, se establecen estrategias que aseguren el flujo continuo de este plan, esto se obtiene mediante el análisis de la información de las áreas de soporte como calidad, prevención de riesgos, logística, etc.

Para poder alcanzar todo lo anteriormente expuesto, el equipo debe tener una buena comunicación entre cada uno de sus integrantes, participación activa de los ejecutores, intervención de subcontratistas y proveedores, identificar los recursos críticos, conocer sobre física de producción y como se mencionó anteriormente desarrollar un cronograma con hitos que incluyan medidas preventivas.

**Manejo de la variabilidad.** La variabilidad es una noción ligada a la ocurrencia de sucesos distintos a los previstos o proyectados, esto debido a causas internas o externas; la variabilidad aumentará según el nivel de complejidad o la velocidad a la que se ejecute un proyecto. Este es un parámetro importante pues constituye una fuente de desperdicios en la industria de la construcción, dado que produce mayores costos debido a los bajos niveles de productividad provocados por el mal uso de los recursos y de procesos ineficientes. Esto fue estudiado por Koskela e introdujo los siguientes términos: (Koskela L. , 2004)

- **Make ready.** Este es el concepto de ejecutar todas las actividades necesarias para asegurar el inicio de otra tarea o actividad, esto se debe realizar en las mejores condiciones.
- **Make do.** Este es el concepto de la octava pérdida u octavo desperdicio, este hace referencia a cuando se inicia una tarea sin tener todos los requerimientos listos y disponibles.

La principal característica en los proyectos de construcción es la interdependencia de sus actividades, es decir, el que la realización de una actividad depende de que anteriormente ya se haya ejecutado otra. El éxito de la ejecución de un proyecto disminuirá según la complejidad del mismo, esto por la cantidad de actividades antecesoras y la probabilidad de que ocurra cada una de ellas; por este motivo debe controlarse la variabilidad pues debe asegurarse el flujo continuo de la producción.

Existen estrategias de gestión de esta variabilidad como el uso del Last Planner o sistema del último planificador, este cambia el enfoque del control de un sistema de producción para hacerlo más preventivo.

**Figura 7**

*Estrategias para cumplir con las acciones de producción.*



*Nota. Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).*

Estas estrategias para el manejo o la buena gestión de la variabilidad deben ser propuestas en la etapa de planificación; sin embargo, también suelen ser planteadas durante la etapa de ejecución. Estas estrategias pueden ser el uso de buffer, buen entendimiento de los procesos, reorganización de procesos, entre otros.

### ***El Sistema del Último Planificador (Last Planner System).***

#### **- Planeamiento y programación**

Actualmente existen diferentes metodologías para mejorar la productividad en un proyecto de construcción civil, la más eficiente es realizar una correcta planificación. La filosofía Lean Construction propone diversas herramientas de control con el fin de disminuir lo máximo posible las pérdidas por la utilización de un sistema de planeamiento tradicional.

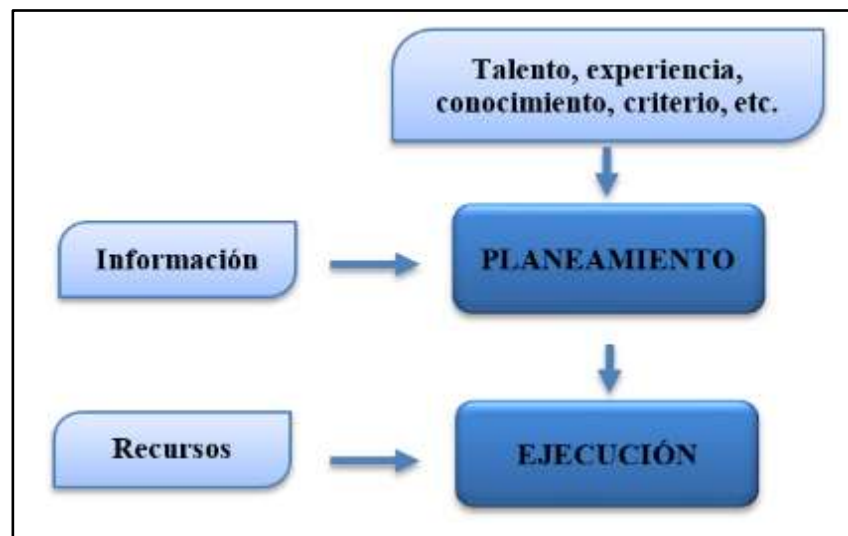
Es precisamente en esta etapa en la que se plantean estrategias de ejecución de un proyecto, se plantean además los recursos previstos a consumir, las etapas en las que se desarrollará la ejecución, duración de cada una de las actividades, etc; para esto se debe tener presente el manejo de la variabilidad pues como se ha

mencionado en el ítem anterior, este factor tiene gran incidencia en el sector de la construcción.

La programación forma parte de la etapa de planeamiento; sin embargo, se debe tener en cuenta que este es un plan de trabajo con mayor detalle pues se prevén acciones que se puedan desarrollar de manera responsable antes de la ejecución de las actividades programadas o previstas. Esta planificación se realiza a través de un análisis macro con la finalidad de obtener una visión a largo plazo, en tanto la programación es más un análisis detallado que nos permite tener una visión a corto o mediano plazo.

### Figura 8

*Elementos para el desarrollo de un proyecto.*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

En la figura 8, se observan los elementos necesarios para el buen desarrollo y ejecución de un proyecto. Para el planeamiento es importante el talento, los conocimientos que se tengan, el criterio, etc de cada personal a cargo. Es en esta etapa que se recibe toda la información de los alcances del proyecto y la ejecución



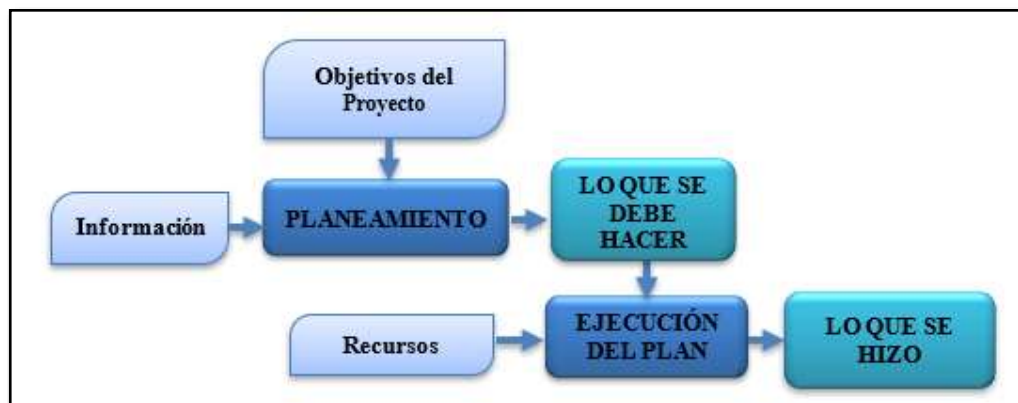
se lleva a cabo cuando se desarrolla lo que fue planeado y se suma la utilización de todos los recursos.

### - Enfoque tradicional

La planificación de un proyecto es realizada por un equipo ejecutor con talento, gran experiencia, conocimientos y criterio. La planificación o planeamiento es como se esperar se realice la ejecución del proyecto, usando los recursos según lo previsto. Así, teniendo la información de “lo que se debe hacer” y los recursos previstos para hacerlo es que se obtiene “lo que se hizo” a través de la ejecución. Finalmente, se contrasta el planeamiento o planificación en un inicio y se verifica que lo real es igual a lo proyectado en esta etapa. Este es un efecto reactivo del control tradicional de obras de construcción.

**Figura 9**

*Enfoque de gestión tradicional.*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

### - Enfoque Lean

Este enfoque se trata de un planeamiento o planificación general y en cuanto se tenga menor nivel de detalle, la probabilidad de que se ejecute correctamente es más baja. Por lo tanto, se espera que se planifique a medida que el día en que la

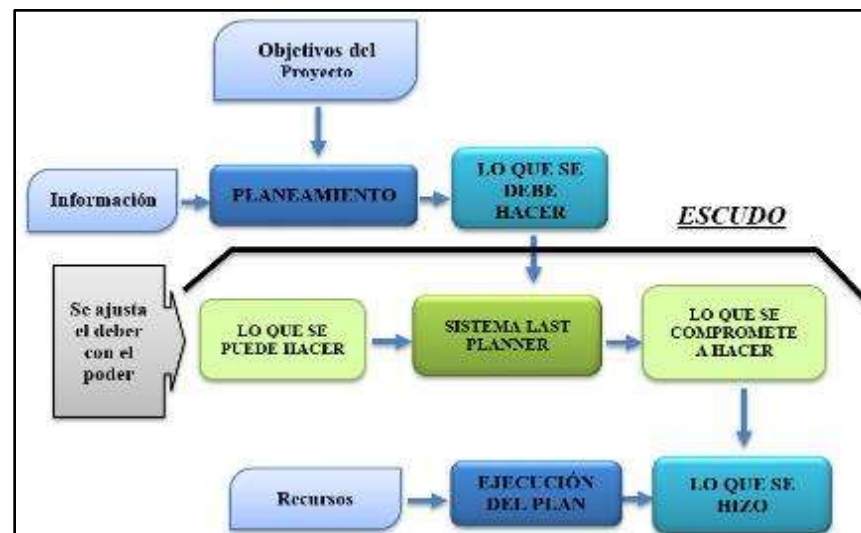
tarea que se llevará a cabo se aproxime, esto tomando como base el cronograma general del proyecto.

Es con esta mira que se busca ajustar “lo que se debe hacer” y “lo que se puede hacer” y a través de este ajuste se convierta en “lo que se va a hacer”; a esto se le conoce como el Sistema del Último Planificador o Last Planner System. Para que este sistema se aplique de manera correcta es indispensable una planificación de forma colaborativa entre todos los involucrados.

El Sistema del Último Planificador tiene como bases el identificar y corregir las restricciones de la ejecución sobre lo planeado por el equipo ejecutor y asegurar una mejora continua. En ese sentido, se produce una programación que se busca cumplir, y para esto, el equipo ejecutor debe eliminar toda limitación presente que afecte directamente la ejecución de las actividades programadas.

**Figura 10**

*Enfoque de gestión Lean Construction.*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

**- Sistema del Último Planificador o Last Planner System**

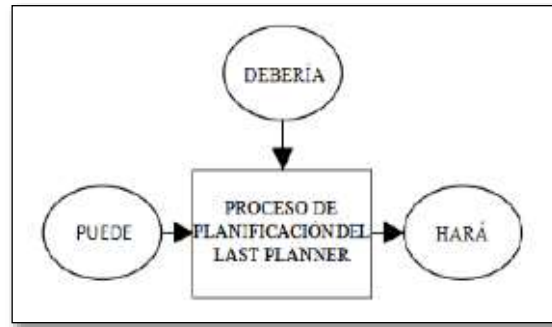
Este sistema fue analizado e investigado por Ballard y Howell, quienes tomaron como referencia los conocimientos y bases de la filosofía Lean Construction. El Last Planner System es una herramienta utilizada para verificar y estudiar las interdependencias existentes entre diferentes procesos, y a través de este estudio poder disminuir lo máximo posible la variabilidad entre estos y garantizar el correcto cumplimiento de las actividades previstas o programadas.

El instituto Lean Construction define este sistema como aquel grupo de personas que les asigna sus funciones a los trabajadores directos, cabe recalcar que esta planificación ayuda a determinar qué es lo que se debe realizar o ejecutar, qué es lo que se puede realizar, qué es lo que se realizará y el cómo, es decir que acciones se tomarán para que se cumpla lo planificado anteriormente. Es decir, el Sistema del Último Planificador busca incrementar la confiabilidad del planeamiento. (Hamzeh, 2012)

Como se indicó anteriormente, el Last Planner define las “asignaciones” diarias, no obstante, estas asignaciones son producto de una correcta planificación, en esta intervienen conceptos como Should (lo que se debería hacer), Can (lo que se puede hacer), Will (lo que se hará) y el Did (lo que se hizo). Este sistema se encarga de ajustar el Will respecto al Should, es decir, ajusta lo que se hará respecto a lo que se debería hacer y para esto se toma en cuenta las limitaciones o restricciones presentes que vendrían a ser el Can “lo que se puede hacer”

**Figura 11**

*Proceso de planificación Last Planner System.*



*Nota.* Fuente: Ramos Ruiz (2014).

En la figura 11, se presenta el diagrama que Ballard diseñó para comprender la relación existente entre las definiciones antes expuestas.

#### - Metodología de Implementación del Last Planner System

##### ✓ *Cronograma Maestro*

Este cronograma plantea las fechas para el cumplimiento de los objetivos establecidos en un inicio. Es importante tener en cuenta que las actividades con bajas duraciones son definidas como los hitos. El alcance del cronograma maestro es la identificación de hitos de control de los proyectos, por lo que se debe obtener la mayor cantidad posible de información veraz. Además, cabe señalar que este cronograma no es parte de un plan fijo, por lo que deberá modificarse las veces que sean necesarias durante la etapa de ejecución de dicho proyecto.

##### ✓ *Planificación Intermedia*

Lookahead es el mirar hacia el futuro o hacia adelante dentro del cronograma maestro mencionado anteriormente. Es así que se da una planificación intermedia o Lookahead Planning, en este nivel se mapean los procesos que



Según Ballard, el Lookahead Planning tiene como función el formar una sucesión y crear un flujo de trabajo estable, para esto, es de suma importancia la correcta definición de la secuencia de las actividades según el proceso constructivo y establecer un ritmo de trabajo. Por otro lado, el Lookahead Planning, debe buscar un correcto equilibrio entre la cantidad y la capacidad de trabajo. El desacoplamiento de las actividades del cronograma maestro en grupos de trabajo, el tener lista una línea de reserva de trabajo y el realizar la actualización de lo programado con un mayor nivel, son las funciones más importantes del Lookahead Planning (LAP).

#### ✓ *Análisis de Restricciones*

Después de haber definido los trabajos mediante el Lookahead, se lleva a cabo el estudio de sus restricciones o limitaciones, esto se refiere a la determinación de las causas que nos impiden que una actividad pueda ser realizada en el tiempo y fecha programada en un inicio. Este proceso se desarrolla con la finalidad de determinar un conjunto de trabajos que se puedan ejecutar, que hayan sido liberadas de sus restricciones y preparadas para ser programadas como reserva.

Ballard señala a través de un trabajo de investigación, algunos tipos de restricciones que pudieran presentarse como restricciones por ingeniería, cantidad de insumos, disponibilidad de la mano de obra, maquinaria, áreas de trabajo, etc.

Existen formatos que son utilizados para la determinación y evaluación de estas restricciones, dentro de estos debe incluirse alguna información que es indispensable que se considere como el inicio de la actividad que se está estudiando y la identificación y detalle de las restricciones identificadas, para

posteriormente ser agrupadas, además de un seguimiento de estas limitaciones junto con la fecha límite propuesta para la liberación de estas.

En el caso de la liberación de restricciones se pueden seguir dos procesos, los cuales son la revisión y levantamiento de restricciones. El primero (la revisión), tiene relación con el evaluar el estado de las actividades con respecto a sus restricciones y a la alta o baja probabilidad que existe de levantarlas, con esto se define si es posible adelantar o se tiene que atrasar la actividad a comparación de lo planeado en el cronograma maestro. Por otra parte, por medio de este primer proceso se toma la decisión de si la actividad debe ser retirada de la ventana de tiempo para, de esta manera, evitar falsas expectativas del cumplimiento de la actividad en el plazo establecido.

Es necesario enfatizar que esta revisión se efectúa basándose en los tiempos de respuesta de los responsables de todas las restricciones, y se debe repetir este análisis en cada etapa de planificación antes de realizarse la actualización de la ventana de tiempo o Lookahead Window adicionando la semana siguiente a evaluar.

El preparar las restricciones hace referencia a realizar todo proceso que sea necesario para su levantamiento y que, de igual manera, nos garantice la viabilidad de ejecución dentro de la fecha de programada.

✓ ***Reserva de Trabajo Ejecutable.***

Se llama reserva de trabajo ejecutable a aquellas tareas o trabajos que tienen todas sus restricciones completamente liberadas y tienen gran probabilidad de ser ejecutadas. Esta lista puede tener varios tipos de tareas como los que se presentan a continuación: (Rojas, 2005):

- Actividades que no pudieron ser efectuadas a pesar de que su ejecución corresponde a la semana de trabajo que se está desarrollando y además tienen sus restricciones levantadas.
- Actividades que tienen sus restricciones levantadas, pero corresponden a la primera semana futura que se propone planear.
- Actividades con restricciones levantadas con dos semanas futuras o más.

El objetivo de tener una reserva de trabajos o tareas ejecutables es la de eliminar las unidades de producción que no generen valor, en el caso de que se presente algún inconveniente con alguna actividad incluida en el plan de trabajo semanal y ya no pudiera ser ejecutada, en este caso, se elegiría otra actividad de los trabajos de reserva a fin de que sea ejecutada lo más pronto posible y de esta manera evitar tiempos muertos. (Perdomo, 2018).

#### **- Planificación de Trabajo Semanal**

La planificación de los trabajos semanales a realizar, vendría a ser el último peldaño dentro de los niveles que forman el Sistema del Último Planificador; este debe ser sumamente detallado para facilitar el desarrollo de las actividades y su finalidad es establecer las actividades específicas a desarrollar dentro de una semana, para esto solo se considerarán aquellas actividades que ya hayan levantado sus restricciones. La conformación del plan de trabajo semanal permite tener actividades listas para ejecutar, es decir, sin restricciones, que pertenezcan al grupo de trabajos de reserva y que contribuyan con la redistribución de los recursos a consumir mediante su asignación en el caso de presentarse problemas y alguna de las actividades programadas no pueda ser ejecutada. Es necesario destacar que la ejecución de alguna actividad de reserva no se debe considerar en el porcentaje de actividades



completadas pues esta no fue programada en el plan semanal, sino que apareció durante el periodo de ejecución sin planeación previa.

La iniciativa principal de desarrollar un plan de trabajo semanal es que se logre, de manera gradual, asignaciones con mayor grado de probabilidad de ser cumplido, esto en base al aprendizaje continuo y una buena gestión correctiva. Esto debe ser realizado por el último planificador, que puede tener el rol de ingeniero residente, maestro de obra, o cualquier persona que sea directamente responsable en campo y con contacto con las áreas de producción.

#### - **Indicadores relacionados con Last Planner System®**

##### ✓ *Porcentajes de Actividades Cumplidas (PAC)*

El porcentaje de actividades cumplidas se utiliza como un indicador que precisa el nivel de programación que existe en un proyecto; es decir, si la programación ha sido realizada correcta o incorrectamente. El análisis del porcentaje de actividades cumplidas se realiza con la finalidad de establecer un sistema de mejora continua. A través de esto, se busca medir los niveles de confianza de la programación, es decir, el grado de exactitud con la que se puede predecir lo que sucederá en el desarrollo de la semana analizada. Es importante señalar que lo antes expuesto no se utiliza para medir los avances del proyecto sino la efectividad de la programación. (Alarcón, 2008)

El cálculo del porcentaje de actividades cumplidas (PAC), no es más que el cociente del número de actividades realizadas que fueron programadas entre el total de las actividades programadas en la misma semana, esta cantidad debe ser presentada en porcentajes.

##### ✓ *Causas de no Cumplimiento (CNC)*

Posterior al análisis y cálculo del porcentaje de actividades cumplidas, se mapean los motivos por los que no se cumplieron con la ejecución de todas las actividades del plan semanal programado, y posteriormente, se emplean medidas correctivas inmediatas. Las causas de los no cumplimientos permiten aprender de manera sistemática de las experiencias que se van obteniendo mediante el desarrollo de la etapa de ejecución, lo que refiere a un aprendizaje y mejora continua para no caer constantemente en los mismos errores.

Adicionalmente, cabe señalar que este indicador permitirá llevar un registro de la frecuencia de la ocurrencia de estos errores. Los responsables de la determinación de las causas de las falencias en la etapa de ejecución es el ingeniero al frente del área de producción.

Con el objetivo de homogeneizar la información generada por medio de este análisis, se han determinado algunas categorías:

### Figura 13

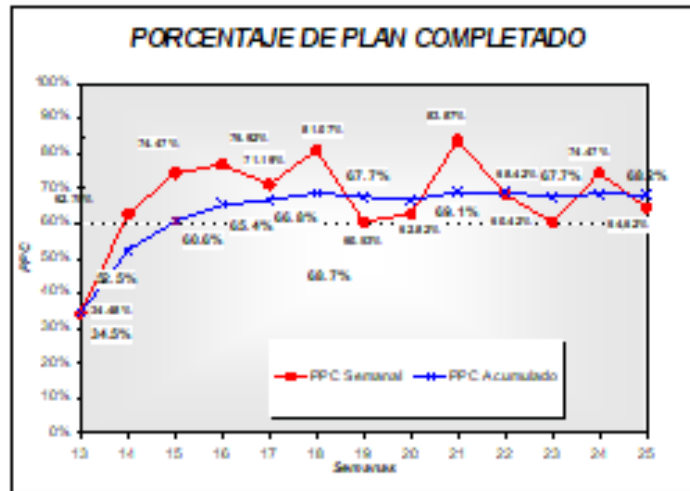
*Categorías de causas de no cumplimiento.*

Causas de no cumplimiento	Definición
Programación	Errores en la programación, cambios en programación, etc.
Logística de Materiales	Ausencia o insuficiencia de materiales en el Proyecto.
Incumplimiento de otro frente	Retrasos en actividades previas.
Cliente/Supervisión	Compromisos del cliente que no han sido realizados.
Externo	Eventos extraordinarios como huelgas sindicales, accidentes.
Ingeniería	Cambios en la ingeniería durante el desarrollo del Plan Semanal, incongruencias de los planos con la realidad del campo.
Mantenimiento de Equipos	Averías o fallas en los equipos.
Subcontratas	Incumplimiento en la entrega de algún recurso o servicio subcontratado.
Logística de equipos	Falta de equipos.
Topografía	Falta de replanteo topográfico.
Logística de Personal	Problemas en el reclutamiento de personal.

*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

**Figura 14**

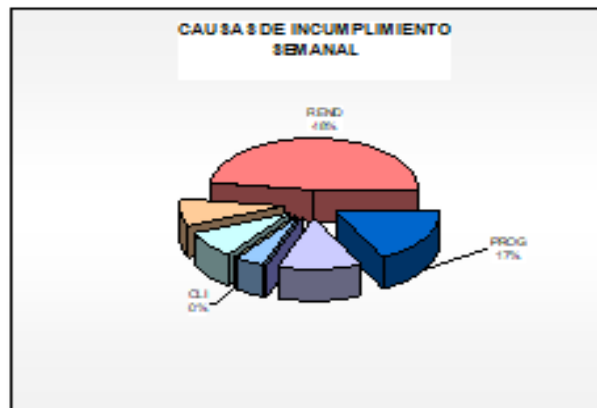
*Ejemplo de Porcentaje de Actividades Cumplidas. (PAC)*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

**Figura 15**

*Ejemplo de Porcentaje de Causas de No Cumplimiento. (CNC)*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

**- Task Made Ready (TMR)**

Según (Hamzeh & Aridi, 2013), el Task Made Ready (TMR) es la medida del desempeño del Lookahead Planning sobre la identificación y el suprimir las restricciones existentes en el proceso de ejecución de un proyecto, esto con la finalidad de obtener un porcentaje mayor de actividades cumplidas semanalmente, es decir, se ubican estas limitaciones o restricciones de las actividades y se

programan únicamente aquellas que el equipo ejecutor está dispuesto a desarrollar.

Cabe recalcar que, según casos de estudios desarrollados anteriormente, se concluyó que el valor del TMR es proporcional al valor del porcentaje de actividades cumplidas (PAC). El TMR no es más que el cociente que se presenta a continuación:

Conforme a las deducciones obtenidas por Farok y Omar en su caso de estudio de la empresa citada, el TMR es proporcional al PAC. Este factor se calcula por medio del cociente de dos indicadores: TTC y TTA.

$$TMR = \frac{\#Tareas\ anticipadas\ (semana\ i)}{\#Tareas\ prometidas\ (Semana\ (i - k))}, k = 1, 2, \dots, n$$

**Ecuación 1.** *Fórmula para el cálculo del TMR.*

En la ecuación:

**TTC** = Total de tareas a completar en la semana “i”. Tareas planificadas para la semana que sí se podrán producir. Esta información se conoce luego de efectuar el análisis de restricciones.

**TTA** = Total de tareas anticipadas o prometidas en la semana “i-k”. Tareas planificadas con una anticipación mayor a una semana en el Lookahead Planning; es decir:

#### - **Retroalimentación (Feedback and Learning)**

El Sistema del Último Planificador tiene implementado un ciclo de retroalimentación y aprendizaje, este adjunta toda la información de la transferencia de conocimientos de los problemas llevados a cabo por el equipo ejecutor a través de la incorporación ya sea positiva o negativa de la evaluación del rendimiento o productividad.

Después de estudiar los resultados conseguidos, resulta elemental la planeación y el proceso de producción. Al final de la realización de cada actividad, tenemos la

posibilidad de conocer la razón de las variaciones y tratar de reducirlas en la siguiente actividad; a este proceso se llama optimización continua. Después de estudiar el conocimiento anticipado de la ejecución de las actividades, al final de las reuniones, el equipo analiza las actividades programadas para la siguiente semana.

#### - **Reuniones Semanales**

La realización de reuniones semanales es un factor base que contribuye a la mejora de la productividad de una obra. El recurso humano es el cimiento de todo desarrollo de un proyecto y de no existir una buena comunicación y coordinación entre los involucrados, el trabajo en equipo es totalmente nulo. Un buen trabajo de planificación siempre conllevará un trabajo constante y arduo, es por esto que la filosofía Lean propone trenes de trabajo donde cada vagón representará el ahínco de varios de trabajadores, dando a entender que, si uno de estos se detiene, esto representaría inmediatamente un atraso en la ejecución del proyecto. Esto tendrá mayor incidencia si la actividad que se detuvo pertenece a la ruta crítica del proyecto.

Estas reuniones tienen como problema objetivo tratar los problemas producido durante el desarrollo de la semana. Estas reuniones no son únicas, ya que se clasifican de acuerdo al tema a tratar, así se tiene:

##### ✓ ***Reuniones de productividad***

En estas reuniones participan capataces, el ingeniero residente y los ingenieros de campo (en la mayoría de casos los ingenieros de producción).

En este tipo de juntas se tratan temas relacionados con rendimientos y la productividad de los trabajadores, así como del avance real ejecutado.

Adicionalmente, se analizan las posibles causas que no permiten el

cumplimiento de la ejecución de las actividades según lo planeado y de restricciones en estas que posiblemente no fueron liberadas y genera un atraso en el avance real ejecutado diariamente y semanalmente.

Se tienen 03 factores determinantes que todo trabajador productivo debe tener y que deben tocarse en estas reuniones de forma periódica, mayormente semanal, estos son: el periodo de trabajo utilizado por el trabajador, la eficiencia del rendimiento del personal de obra y la eficiencia del esfuerzo del trabajador.

El primero hace referencia a la proporción del tiempo que un obrero emplea para realizar trabajo productivo. El segundo tema hace referencia a la eficiencia de los trabajadores, pero combinándolo con la tecnología y otros recursos y se refiere al grado de cumplimiento eficaz de los obreros utilizando las herramientas indicadas. Por último, la eficiencia al esfuerzo del trabajador hace referencia a la calidad adecuada en su trabajo que produce el obrero con su rendimiento; de tener problemas de calidad debe analizarse la velocidad a la cual está trabajando la cuadrilla y asegurar que se cumplan correctamente los protocolos de calidad.

✓ ***Reuniones de planificación (Lookahead)***

En estas reuniones solo participa el personal del staff, ya que se analizan las restricciones propias del proyecto para evaluar los retrasos presentados durante la semana. En esta asamblea es donde se asignan los responsables, según la especialidad y el cargo, de levantar las restricciones y/u observaciones según el grado de incumplimiento de lo proyectado o planificado. A través del análisis de la planificación en este tipo de reuniones se garantiza una adecuada planificación con vista a futuro y en un periodo

mucho más corto, se contribuye con el logro de las metas planteadas y se efectúa y entrega la retroalimentación del estado de ejecución de cada una de las actividades de manera adecuada,

### ***Flujos Eficientes***

Después de haber asegurado la continuidad de los flujos de trabajo (flujos no paren), lo que se debe hacer para acercarnos lo máximo posible a una buena realización de las operaciones es afianzar que los flujos también sean eficientes. Es en este paso que el sistema de producción se observa de manera estructurada, gradual y sistemática, se evalúa el grado de eficiencia de los flujos y la eficiencia global de todo el sistema.

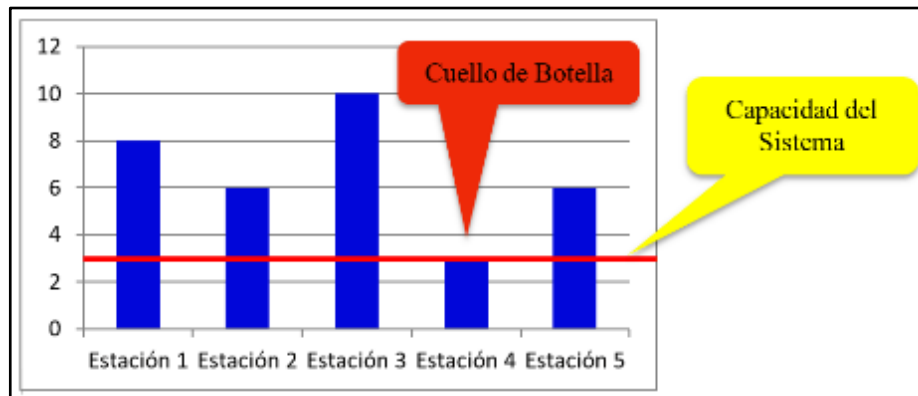
**Física de producción.** Cuando se trata de flujos eficientes, es ineludible dirigirnos a los criterios de física de producción. La física de producción hace referencia al movimiento de las unidades de producción a través de los procesos en un proyecto. Este concepto se basa en la teoría de la restricción desarrollado por Goldratt en su obra “La Meta”. (Goldratt & Goldratt, 2004)

Los principales conceptos desarrollados en la teoría de las restricciones se describen a continuación:

- Capacidad del sistema y cuello de botella. Esto hace referencia a la facultad o capacidad con la que se realiza un producto terminado. Esta es la fase más lenta de la cadena de producción; es decir, la parte de la cadena con menor capacidad de producción.

**Figura 16**

*Principio de cuello de botella y capacidad del sistema.*



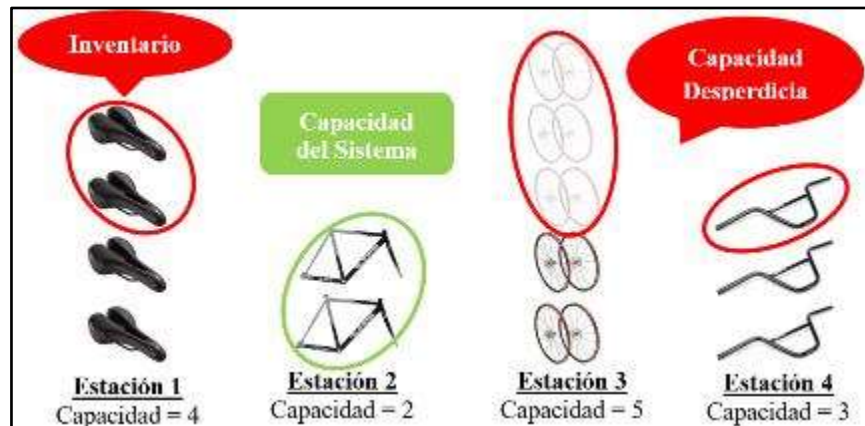
*Nota.* Fuente: Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos (2014).

- Balanceo de las fases de trabajo. Es importante que el sistema se encuentre balanceado, pues cual deficiencia en la capacidad de producción definida en el cuello de botella, significará una sobre producción y esto será catalogado como pérdidas. Para reducir pérdidas y mejorar la capacidad de producción del sistema, se establece un ciclo de mejora continua.
- Inventario y capacidad derrochada. El inventario hace referencia a la cantidad de trabajo ejecutado pero que no se ha utilizado. La capacidad derrochada o desperdiciada es la cantidad de trabajo que se pudo realizar, pero no se hizo por falta de cumplimiento de los requisitos para que se ejecute.



**Figura 17**

*Inventario y capacidad derrochada.*

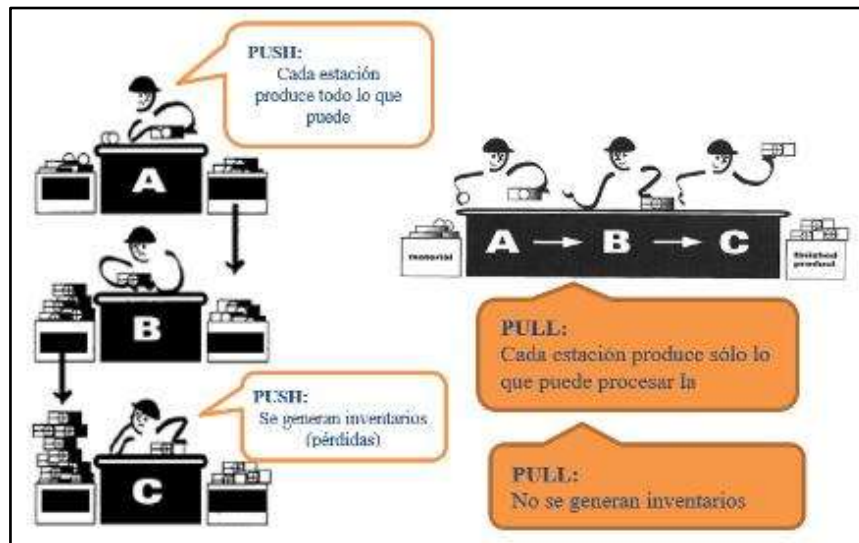


*Nota.* Fuente: Trenes de trabajo (2019).

- El rendimiento y throughput. El rendimiento es la cantidad de trabajo ejecutada en un periodo de tiempo y el throughput hace referencia a la velocidad que se ejecuta el trabajo.
- El Sistema Pull & Sistema Push. El sistema Push tiene relación con un ritmo o velocidad de avance bastante acelerado en el que en una estación de trabajo no se tiene en cuenta la capacidad de trabajo de otra y cada estación produce a su máxima capacidad; por lo que, este tipo de sistema genera pérdidas. A diferencia de este, el sistema Pull hace referencia a “jalar” la capacidad de producción desde las estaciones siguientes, es decir, solo se produce lo que se puede procesar según la capacidad de producción en conjunto.

**Figura 18**

*Funcionamiento del Sistema Push vs Sistema Pull.*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

- Tamaños de lote. Para que se reduzcan los inventarios a través del sistema pull es necesario reducir estos tamaños de lote para evitar las esperas generadas por la diferencia de rendimiento que posee cada estación.

**Tren de actividades.** El tren de actividades es una forma de representar el cronograma general de un proyecto si se busca tener un sistema balanceado de producción constante; también se le conoce como programación rítmica (según la velocidad de avance de cada trabajador). A través del tren de actividades se busca que la eficiencia del sistema de producción sea la mejor por lo que todas las actividades se vuelven actividades críticas, para esto se necesita del total compromiso del equipo ejecutor. Este tren de actividades se debe aplicar solo a los proyectos en los cuales la variabilidad es pequeña y donde el trabajo también se puede reducir en partes de manera equilibrada. La implementación de un cronograma a través de un tren de actividades, se basa en la fragmentación en partes pequeñas de los volúmenes de trabajo. Para esto, primero se plantea la secuencia de las actividades y utilización de las cuadrillas y con esta información ya procesada se comienza

como la división del proyecto en sectores, de tal manera que una misma cuadrilla esté encargada de la misma actividad y se especialicen en una actividad única, modificándose solo la ubicación del lugar de trabajo.

A continuación, se detalla la metodología a seguir para diseñar correctamente un tren de actividades:

- Se debe sectorizar el área de trabajo en pequeñas divisiones.
- Anotar de manera ordenada las actividades que conforman el tren de trabajo que se va a realizar en cada sector.
- Secuenciar las actividades que fueron listadas previamente.
- Dimensionar la cantidad de obreros y de equipos necesarios, considerando los metrados más representativos de cada sector, la velocidad de avance de las cuadrillas y el número de las mismas.

En conclusión, el tren de actividades comienza con la información del metrado de las actividades a ejecutar y un planteamiento de número de sectores en los que se puede dividir el proyecto en función al tamaño de la obra y la cantidad de trabajadores que se necesiten para ejecutar pertinentemente cada una de las actividades. Ya con la cantidad de sectores establecido, se procede a calcular un metrado promedio, pero esta vez por cada sector y se analiza la posibilidad de que el trabajo se realice en el tiempo establecido. (Ruiz, 2019)

### ***Procesos eficientes.***

Como se señaló anteriormente, un sistema de producción debe ser de flujo continuo, es decir, un flujo sin interrupciones además de también tener flujos y procesos eficientes, para que en grandes líneas y por consecuencia el sistema también lo sea. Para lograr ello, es necesario lo siguiente:

**Optimización de procesos.** Esto mediante la mejora de la productividad; para conseguir esto se debe hacer un correcto análisis de los porcentajes de trabajo productivos (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) empleados por los trabajadores. El primer tipo de trabajo es el generará producción de manera directa, el segundo trabajo es el que contribuye de manera directa a que se realice el trabajo productivo y por último está el trabajo no contributorio, este es aquel que no genera ningún tipo de ganancia o producción en general y es el que se busca eliminar por completo. Estos procesos deben ser optimizados por medio de la implementación de un sistema de mejora continua.

**Técnicas de muestreo.** Estas técnicas de muestreo sirven para determinar los porcentajes de trabajos que, directamente, no generan producción alguna; es decir, trabajos contributorios y no contributorios. Posterior a la determinación de porcentaje, estas técnicas de muestreo se utilizan también para reducir estos porcentajes de cada tipo de trabajo presentes en una actividad específica identificada con problemas de productividad. Dentro de estas técnicas de muestreo se encuentran las Carta Balance y el nivel general de actividades (NGA). Las cartas de balance se encargan de analizar la eficiencia del método constructivo empleado para la ejecución de una actividad; a través de la Carta Balance no se pretende hacer que el trabajador emplee más esfuerzo laboral, sino que lo haga de una manera más inteligente y a la vez efectiva.

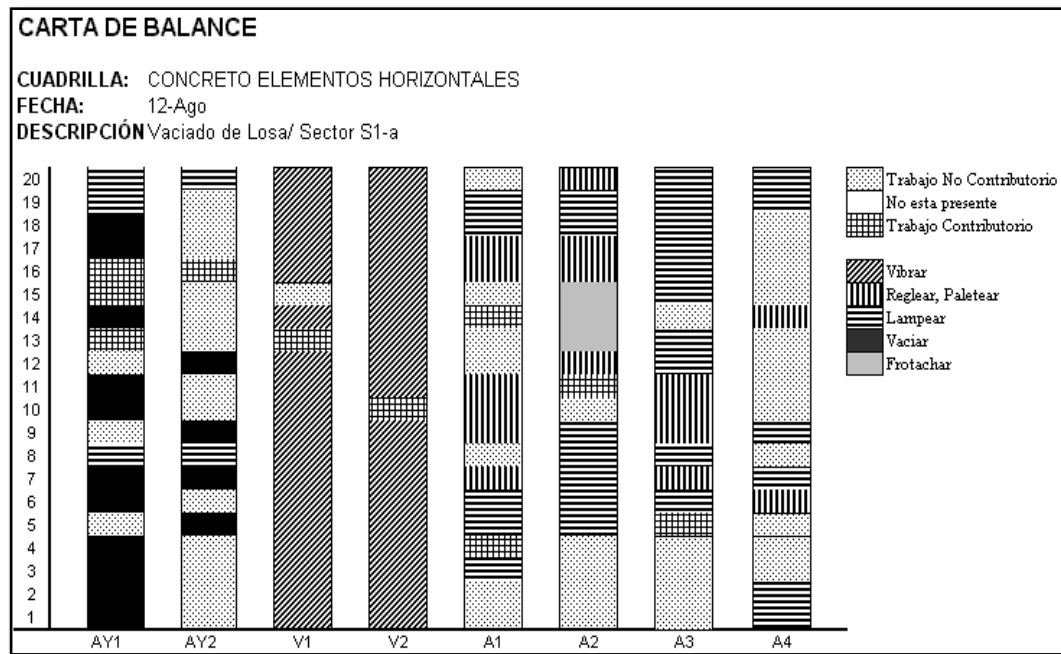
**Carta Balance.** Esta es una herramienta usada mayormente en la ingeniería industrial y en empresas constructoras. El formato de una Carta Balance bien configurada, debe incluir la información sobre los recursos (obreros, equipos, etc.) que son empleados en la actividad en estudio y la toma de datos. El resultado de la Carta Balance serán gráficos y tablas donde sea posible identificar los porcentajes empleados en cada tipo de trabajo por los obreros; posteriormente se identificarán las posibles causas de la baja productividad de la actividad y

se tomarán medidas correctivas inmediatas con el fin de corregir estas causas y por consiguiente, mejorar la productividad.

Las principales ventajas de este instrumento es que hace posible explicar detalladamente el proceso de construcción de una actividad, además de obtener información de los rendimientos reales, diseñar el tamaño de la cuadrilla para que la producción sea eficiente, entre otros.

**Figura 19**

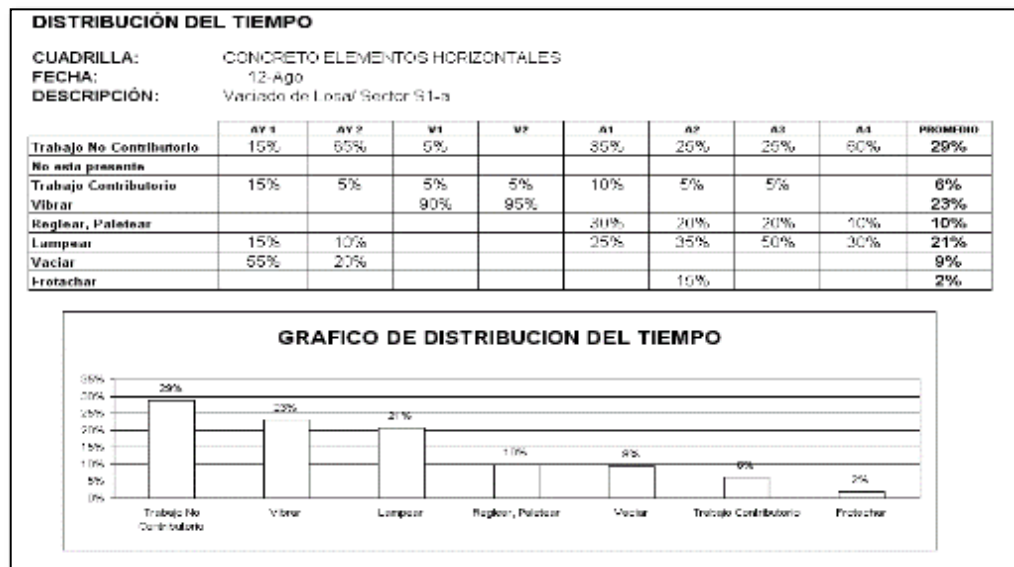
*Ejemplo de Carta Balance.*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

**Figura 20**

*Ejemplo de Carta Balance (Continuación).*



*Nota.* Fuente: Jorge Luis Izquierdo (2019).

### Definiciones de términos básicos

- **Cuadrilla:** Grupo de personas destinadas a realizar una serie de trabajos de construcción determinados. (Peña, 2011)
- **Eficacia:** Es el nivel de consecución de metas y objetivos. La eficacia hace referencia a nuestra capacidad para lograr lo que nos proponemos.
- **Eficiencia:** Se define como la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con el mismo. Se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo o cuando se logran más objetivos con los mismos o menos recursos.
- **Flujo:** Estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas. (Diccionario de la Construcción, 2018)

- **Metodología:** La metodología es la ciencia (o técnica) que utilizamos para realizar esa indagación de manera eficaz y conseguir los resultados deseados, con ella obtenemos la estrategia a seguir en el proceso de investigación.
- **Optimizar**  
Buscar mejores resultados, de mayor eficiencia o mayor eficacia en el desempeño de alguna tarea. Mejorar, optimar o perfeccionar.
- **Partidas:** Es como una parte de la ejecución de una obra que este a su vez resulta identificable, individualizable y medible. Las partidas constituyen las unidades presupuestarias que permiten tanto organizar la ejecución como obtener el costo de la obra, adicional estas sirven para enmarcar el alcance de la contratación de la ejecución, estas adquieren incluso una función legal debido a que los fondos suministrados son los ilustrados en el documento presupuestario. (Información básica de ingeniería civil, 2020)
- **Pérdidas:** Se consideran a todas las actividades que no agregan valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos). (Botero, 2003)
- **Planificación de obra:** Proceso para determinar el orden en que deben ubicar las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos y mano de obra.
- **Productividad:** La productividad es la administración eficiente de los recursos, refleja que tan bien se está usando la materia prima en una organización en la producción de bienes y servicios. (Mejía, 2016)
- **Trabajo productivo (TP):** Definido como el tiempo empleado por el trabajador en la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo de trabajo productivo es la

colocación de la armadura de refuerzo y el vaciado del concreto en algún elemento estructural, la pega de ladrillos en muros, etc. (Botero, 2003)

- **Trabajo contributivo (TC):** Es el tiempo que emplea el trabajador realizando labores de apoyo necesarias para que se ejecuten las actividades productivas, como limpieza de superficies y encofrados, mediciones previas y de inspección, transportes de materiales, armado de plataformas y andamios para trabajo en altura y seguridad industrial, etc. (Botero, 2003)
- **Trabajo no contributivo (TNC):** Se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no se clasifica en las anteriores categorías, por lo tanto, se consideran pérdidas. Ejemplos de esta categoría son los tiempos dedicados a esperas, tiempo ocioso, reprocesos, descansos, etc. (Botero, 2003)



## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### **Enfoque, tipo y nivel de investigación**

#### ***Enfoque de la Investigación***

El enfoque de la presente investigación es CUANTITATIVO dado que se cuantificará la recolección y análisis de datos, además de que se emplearán modelos matemáticos y teorías relacionadas con el tema. Según (Arteaga, 2020), los métodos cuantitativos se centran en mediciones objetivas y estudio estadístico, matemático o numérico de los datos recopilados por medio de encuestas y formularios, o por medio de la utilización de técnicas informáticas para manipular los datos estadísticos existentes.

#### ***Tipo de investigación***

Esta investigación se enmarca dentro del tipo APLICADA, puesto que según (Zorrilla, 1993), la investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar. Es por esto que la presente investigación pertenece a este tipo, pues se requerirá levantar información de los indicadores de productividad y los mecanismos de control de recursos que aplican las obras de construcción.

Así es como el presente estudio pertenece a este tipo de investigación pues se llevó a cabo obteniendo información del informe semanal de productividad de mano de obra (ISP). Además, también se obtuvo la información acerca de los recursos, ratios y tiempos de ejecución previstos para la construcción de las obras en la etapa de Planeamiento. Posteriormente, se realizó la comparación de las ratios de productividad reales y se analizaron las causas que generaron las brechas positivas/negativas encontradas.

#### ***Nivel de investigación***

El nivel de la investigación es EXPERIMENTAL, dado que en el presente trabajo se relacionarán la variable independiente que es Carta Balance, con la variable dependiente que es la productividad; esto, para poder optimizar la eficiencia en el proyecto y el tiempo de

construcción. De acuerdo con (Arias, 2012), la investigación experimental es un proceso que consiste a someter a un objeto o grupo de individuos (variable independiente) a determinadas condiciones, para observar los efectos que se producen (variable dependiente).

### ***Método y diseño de investigación***

**Método de la investigación.** El método de la investigación del presente trabajo es Inductivo, es decir, va de lo particular a lo general y en esta investigación se usa cuando se procesan y se analizan los datos obtenidos de la lista de chequeo empleada y en el análisis e interpretación de la información obtenida a través del muestreo.

La lista de chequeo que se aplicará a los jefes de oficina técnica de las obras de construcción del distrito de Bellavista. Es mediante dicho instrumento que se verificará la aplicación de cada uno de los indicadores provenientes de las variables de investigación de tal manera constatar la investigación realizada con el objetivo general.

**Diseño de la investigación.** El diseño de investigación del presente trabajo será experimental, debido a que las variables serán manipuladas. En este caso se manipulará la variable “X: Carta Balance” cuyas reacciones se verán reflejadas en la variable “Y: Productividad” al estar interrelacionada, lo que permitirá incrementar la productividad de los insumos utilizados en las obras de construcción del distrito de Bellavista.

De igual manera esta investigación presenta un corte TRANSVERSAL dado que es un tipo de diseño de investigación que consiste en evaluar a las mismas personas durante un periodo prolongado de tiempo, que es como se trabajó el muestreo en el presente documento.

G.E	O1	X	O2
G.C	O3	X	O4

***G.E:*** Grupo experimental.

***G.C:*** Grupo de control.

***O1:*** Pre test del grupo experimental.

**O2:** Post test del grupo experimental.

**O3:** Pre test del grupo de control.

**O4:** Post test del grupo de control.

**X:** Variable independiente.

### **Variables de Investigación**

En este caso se cuenta con 02 variables de estudio, una independiente que es “Carta Balance” y otra que es la variable dependiente que es la “Productividad”. La variable dependiente dependerá directamente de la aplicación de la variable independiente. La Matriz de consistencia, Matriz de definición operacional de las variables y la Matriz de operacionalización de las variables se presentan en el capítulo de Anexos. (Ver ANEXO N°01,02 y 03)

### **Población y muestra de la investigación**

#### ***Población de la Investigación***

La población de la investigación está conformada por 03 obras de construcción de edificaciones de ductilidad limitada.

#### ***Muestra de la Investigación***

La muestra del presente trabajo de investigación es no probabilística de tipo: Muestreo por cuotas, cuya fórmula estadística es la siguiente:

#### **Figura 21**

*Fórmula para la determinación de la muestra.*

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 S^2 N}{e^2 N + Z_{\alpha/2}^2 S^2}$$

*Nota.* Elaboración Propia.

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra para variable cuantitativa

$Z$  = Nivel de confianza = 95 % = 1.96 (Ver ANEXO N°04)

$N$  = Tamaño de la población = 03

$S^2$  = Varianza = 780.97

$e$  = Error estándar = 5

Operando la fórmula se obtuvo el siguiente resultado:

$$n = \frac{1.96^2 * 780.97 * 3}{5^2 * 3 + 1.96^2 * 780.97} = 3$$

**Ecuación 2.** *Determinación de la muestra.*

La muestra del presente trabajo de investigación estará conformada por 03 obras de construcción. La muestra debe ser lo más representativa posible, por lo que Hernández Sampieri expresa que “si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población deberá ser igual a la muestra”.

## **Técnicas e instrumentos, materiales**

### ***Técnicas e instrumentos de recolección de datos***

**Técnicas.** En este estudio, se utilizó como técnica la observación directa con el fin de registrar visualmente la situación real y para posteriormente, realizar el registro y categorización de eventos relevantes. Según (Bunge, 2007) la observación es el procedimiento empírico elemental de la ciencia que tiene como objeto de estudio uno o varios hechos, objetos o fenómenos de la realidad actual. Además, también es una observación directa encubierta, puesto que (Heinemann, 2003) indica que este tipo de observación directa se da cuando las personas observadas no tienen conocimiento de que se les está observando, por tanto, los datos obtenidos son totalmente verídicos.

**Instrumentos.** En el presente trabajo de investigación se empleó la lista de chequeo como instrumento de medición, pues da lugar a establecer contacto con las unidades de observación (**ver ANEXO N°05**). Adicionalmente, este instrumento de medición cuenta con los 3 requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. Estos requisitos son especificados a continuación:

**Confiabilidad.** El criterio de confiabilidad del presente instrumento de medición se determinará mediante el coeficiente de Kuder Richardson o el factor comúnmente denominado KR20. Este método solo requiere de una única manipulación o administración del instrumento y origina un valor que va de 0 a 1. Además, es aplicable a solo a ítems o preguntas que tienen como respuesta dos alternativas. Su fórmula determina el grado de consistencia y precisión; la escala de valores que determina la confiabilidad está dada por los siguientes valores:

**Figura 22**

*Valores para el criterio de Confiabilidad.*

NO ES CONFIABLE	-1.00 a 0.00
BAJA CONFIABILIDAD	0.01 a 0.49
MODERADA CONFIABILIDAD	0.50 a 0.75
FUERTE CONFIABILIDAD	0.76 a 0.89
ALTA CONFIABILIDAD	0.90 a 1.00

*Nota.* Elaboración Propia.

$$KR20 = \left( \frac{n}{n-1} \right) \frac{\sigma_t^2 - \sum p_i q_i}{\sigma_t^2}$$

**Ecuación 3.** *Fórmula KR20.*

Donde:

$\sigma_t^2$  = variación de las cuentas de la prueba.

$n$  = número total de ítems en la prueba

$p_i$  = es la proporción de respuestas correctas al ítem  $i$ .

$q_i$  = es la proporción de respuestas incorrectas al ítem  $i$ .

### **Cálculo del KR20 para el estudio.**

Se tiene el cuestionario para determinar *el control del nivel de productividad existente en obra*. Para ello se formularon un total de 17 preguntas con alternativas cerradas y dicotómicas, donde  $S_i=1$  y  $N_o=0$ . A través de este método se desea saber si los datos que se obtienen a partir de esta herramienta, son confiables. Para evaluar la fiabilidad de este cuestionario, este último se aplicó a 15 personas como prueba.

**Validez.** Se utilizará la validez de contenido para validar el cuestionario propuesto en la presente investigación, esto nos ayudará a saber si los resultados serán los más representativos de la realidad en la medida que sea posible. Los pasos que se seguirán se especifican a continuación:

En primer lugar, se elaborará un test de validez para comprobar el nivel o grado de coincidencia entre los expertos, en cuanto a las preguntas formuladas. Es decir, se tendrá que comprobar que el cuestionario realmente determina *el nivel de productividad existente en obra*. Seguidamente, a cada ítem se le asignará un valor nominal y el puntaje mínimo para una persona será 10 puntos y el máximo será 30 puntos y de acuerdo a la escala tendrá su respectiva validez. El test será aplicado a 10 profesionales conocedores del tema. El formato del test de validez se podrá observar en el (ver ANEXO N°06) y los formatos validados por 03 expertos en la materia en los siguientes anexos. (ver ANEXO N°07,08 y 09)

### Figura 23

*Escala para medir la validez de contenido.*

Válido	No válido	Ambiguo
10 - 16	17 - 23	24-30

*Nota.* Elaboración Propia.

#### *Técnicas e instrumentos de análisis de datos*

**Técnica.** La presente investigación tiene como técnica de análisis de datos a la estadística descriptiva, esta nos ayudará a recoger, almacenar, ordenar, realizar tablas o gráficos y calcular parámetros básicos sobre el conjunto de datos. La estadística descriptiva es aplicable en casi todas las áreas donde se recopilan datos cuantitativos. Una forma de describir los datos es resumiendo los datos en uno, dos o más números que caractericen al conjunto de datos con fidelidad.

**Instrumentos.** En este caso, el instrumento de análisis de datos será la Carta Balance, cuyo formato será realizado en hojas Excel y diseñado según criterio del tesista. Además, se utilizarán también como instrumentos de análisis de datos, diversas tablas y gráficos de la misma autoría que ayudarán a sintetizar la información que se necesite.

#### **Procedimiento**

##### *Procedimiento de recolección de datos*

**Aplicación de Lista de Chequeo.** Se aplicará la lista de chequeo con la finalidad de comprobar o descartar la necesidad de la realización del estudio para los interesados. Esta lista de chequeo se aplicará a los jefes de oficina técnica de las obras de edificaciones de ductilidad limitada del distrito de Bellavista. La lista de chequeo deberá incluir parámetros que contribuyan con la medición de los indicadores de cada variable.

##### **Análisis de los Informes Semanales de Productividad de Mano de Obra (ISP).**

Una vez demostrada la necesidad de la realización de la presente investigación, se obtendrán

los informes semanales realizados por la empresa constructora. Contando con la información se hará el análisis de estos informes con la finalidad de determinar cuáles son las actividades con aparente deficiencia de productividad y en las que se centrará el estudio.

**Realización del muestreo por observación directa encubierta.** Acto seguido de tener identificadas las actividades con aparentes problemas de productividad, se procederá a realizarse el muestreo en campo. El periodo de muestreo será de 1 hora cada uno y con intervalos de un minuto, además este deberá realizarse desde un espacio que para los obreros sea difícil de detectar pues estos no deberán saber que se les está observando; esto último con la finalidad de que los datos obtenidos sean los más veraces posibles.

#### *Procedimiento de análisis de datos*

**Procesamiento de los datos a través de la Carta Balance.** El formato de la Carta Balance que se aplicará comprende: datos generales de la obra, fecha y hora en que se realizó el muestreo, el total de la cuadrilla utilizada para la ejecución de la actividad evaluada, un listado de la selección de trabajo productivo, contributorio y no contributorio y finalmente los datos del tiempo muestreado mediante observación directa encubierta (**ver ANEXO N°10**). Todos estos datos serán ingresados según la información obtenida en el muestreo.

**Realización de gráficos generales (por cuadrilla) según actividad.** Se elaborarán tablas y gráficos de porcentajes totales de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y no contributorio (TNC) de cada uno de los obreros pertenecientes a la cuadrilla y a través de estos datos se generalizará y elaborará un gráfico general de estos trabajos, pero por actividad.

**Análisis de Carta Balance por obrero.** Esto con la finalidad de mayor precisión y detalle. Asimismo, esto contribuirá a una más rápida identificación de los posibles problemas y deficiencias que pudieran estar ocurriendo en obra.



**Planteamiento de medidas correctivas inmediatas.** Una vez identificadas las posibles causas del déficit de productividad en las actividades, se procederá a plantear posibles mejoras o medidas correctivas. El enfoque que tendrán estas medidas será el de reducir al máximo los trabajos no contributorios (como prioridad), para que estos se conviertan al menos en trabajos contributorios. En el caso de trabajos contributorios se reducirán lo máximo posible aquellos trabajos que no sean estrictamente necesarios para la ejecución de la actividad analizada.

**Segunda aplicación de la Carta Balance.** Esta segunda aplicación de la herramienta de mejora, se dará una vez se hayan implementado las medidas correctivas; estas serán comunicadas al personal mediante los ingenieros de producción y se realizará en el mismo horario que en la primera aplicación.

**Segundo análisis de la mano de obra.** Esto se realizará con la realización de segundos gráficos de cada tipo de trabajo, de manera general y por obrero. La finalidad de este segundo análisis será el comprobar la optimización de los niveles de productividad calculados en un inicio.

**Cálculo de la Productividad Real.** A diferencia de lo anterior, esto en cambio se realizará con los datos reales obtenidos a través de la presente investigación y se calcularán los mismos ítems: producción o avance diario (m<sup>2</sup>), productividad (hh/ m<sup>2</sup>) y rendimiento (m<sup>2</sup>/día).

**Cálculo de la Productividad según expediente técnico.** Obteniendo la información de los análisis de costos unitarios (ACUS) se realizará el cálculo de la productividad según ET. De este análisis de costos unitarios se obtendrá la información de la cuadrilla que debió utilizarse y el rendimiento proyectado a obtenerse. Posteriormente, se realizará mediante fórmulas la producción o avance diario (m<sup>2</sup>), productividad (hh/ m<sup>2</sup>) y rendimiento (m<sup>2</sup>/día).

**Comparación de datos calculados.** Se realizará la comparación de los ítems calculados, con la finalidad de poder determinar cuál es el déficit de productividad existente y posteriormente las causas de este déficit.

### **Aspectos Éticos.**

Con respecto a los aspectos éticos, la presente investigación:

- Se encarga primordialmente de salvaguardar la propiedad intelectual de los autores, citando apropiadamente a todas las fuentes consultadas en cuanto a teorías y conocimientos diversos.
- La información fue obtenida de diferentes repositorios institucionales, además de diversas bases de datos como son: Scielo, Ebsco, Redalyc, Google Académico, etc. Todas las fuentes consideradas son totalmente gratuitas y no requieren de ninguna autorización.
- Los datos presentados son totalmente reales y no han sido alterados.
- Se respeta la política anti-plagio.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados producto del análisis realizado a través de esta investigación. El capítulo estará dividido en dos partes: Desarrollo y Resultados. En la primera parte se realizará análisis estadístico del “KR20” para el cálculo de la confiabilidad de la lista de chequeo aplicada en el estudio. Posteriormente se presentará un resumen de las características de los tipos de proyectos con los que se trabajó y a través de los cuales se hizo el estudio; además, de un preámbulo del proceso de aplicación de la Carta Balance paso a paso y presentación de los resultados de esta aplicación. En la segunda parte, se presentarán únicamente los resultados expresados a través de gráficos, tablas y descripciones. A continuación, los 03 proyectos con los que se trabajó se tipifican como “Proyecto 01”, “Proyecto 02” y “Proyecto 03”.

#### Análisis estadístico

##### *Cálculo “KR20”*

El cálculo del factor KR20 que definiría la confiabilidad del instrumento de medición (lista de chequeo), se realizó según el procedimiento ya mencionado en el anterior capítulo. A continuación, se muestran los resultados del test KR20 y de los parámetros utilizados para el cálculo de este.

#### Figura 24

*Resultados de parámetros Varianza, “n” y KR20.*

VARIANZA	n	KR20
15,26	15	0,79

*Nota.* Elaboración Propia.

Dado que el resultado del cálculo del factor KR20 fue de 0.79, según Kruder Richardson, el instrumento de medición tiene una Fuerte confiabilidad y demuestra la

necesidad de realizar el presente estudio. Los resultados del test Kruder Richardson se presentan en anexos (ver ANEXO N°11).

## **Desarrollo**

### *Aspectos Generales de los Proyectos*

#### **Nombre de Cada Proyecto.**

- Proyecto 01: “Proyecto Mi Vivienda- Nueva Vista Condominio”.
- Proyecto 02: “Proyecto Lomas de Nueva Esperanza”.
- Proyecto 03: “Proyecto Villa Bonita Condominio-5ta etapa”.

#### **Área construida (m<sup>2</sup>).**

- Proyecto 01: 18,449.63 m<sup>2</sup>.
- Proyecto 02: 7150 m<sup>2</sup>.
- Proyecto 03: 21,358.54 m<sup>2</sup>.

#### **Presupuesto**

- Proyecto 01: S/.46'518 158.34
- Proyecto 02: S/. 14'413 371.52
- Proyecto 03: S/. 32'824 361.86

#### **Plazo de ejecución**

- Proyecto 01: 46 meses.
- Proyecto 02: 12 meses.
- Proyecto 03: 28 meses.

### *Proceso de aplicación de Carta Balance*

**Identificación de las partidas o actividades con baja productividad.** La identificación de las actividades que presentan baja productividad se realizará a través del análisis de los informes semanales de productividad aplicados en cada proyecto. Para esto,

se creó un formato con el fin de sintetizar la información requerida de cada informe de productividad, este formato consta con la información de las partidas de control junto a su código y la unidad en la que se miden estas; además de un registro de avance (proyectado y real), horas hombre proyectadas y ejecutadas y también de un cálculo de productividad en base a la información anterior. Las últimas columnas contendrán la información de ganancias y pérdidas, información base para la detección de las actividades con baja productividad (**ver ANEXO N°12**). A continuación, se muestra la información obtenida de los informes de productividad de los Proyectos 01, 02 y 03 respectivamente.

**Figura 25**

*Resumen de Informe Semanal de Productividad de mano de obra del Proyecto 01.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PRODUCTIVIDAD (RATIO)		G Y P
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHs PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL	LÍNEA BASE	ACUMULADO REAL	
0200	Concreto Premezclado	m3	4.654,38	389,32	8,36%	1.629,00	136,26	134,00	0,3500	0,3442	2,26
0210	Encofrado	m2	74.972,62	6.332,91	8,45%	28.640,00	2.419,17	2.406,00	0,3820	0,3799	13,17
0220	Preparación de muros interiores	m2	62.669,51	1,00	0,00%	5.640,00	0,00	96,00	0,0000	96,0000	-96,00
0240	Acabado de losa	m2	18.026,48	1.453,58	8,06%	4.507,00	363,40	359,00	0,2500	0,2470	4,39
0250	Habilitación de acero	Kg	212.337,88	19.406,59	9,14%	2.867,00	302,49	580,00	0,0156	0,0299	-277,51
0260	Colocación de acero+malla	Kg	295.739,03	8.602,62	2,91%	7.689,00	249,67	405,00	0,0290	0,0471	-155,33
0270	Muros de albañilería+techo ladrillo	m2	694,11	-	-	-	-	-	-	-	-
0280	Derrames	mL	13.267,89	185,53	1,40%	5.573,00	77,92	77,00	0,4200	0,4150	0,92
<b>Total</b>						<b>56.545,00</b>	<b>3.548,91</b>	<b>4.057,00</b>			<b>-508,09</b>
											<b>Eficiencia</b>
											<b>87,5%</b>

*Nota.* Elaboración Propia.

Se puede observar que las actividades con una fuerte deficiencia en productividad de mano de obra son “Habilitación de acero” y “Colocación de acero+malla”. Sin embargo, solo se procederá a aplicar la carta balance a la actividad “Habilitación de acero” pues la actividad “Colocación de acero+malla” depende directamente del avance que se tenga en la primera actividad. Es decir, podemos inferir que el mejoramiento de productividad en la habilitación de acero, mejorará de manera inmediata la colocación de este.

**Figura 26**

*Resumen de Informe Semanal de Productividad de mano de obra del Proyecto 02.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PRODUCTIVIDAD (RATIO)		G Y P
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHs PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL	LÍNEA BASE	ACUMULADO REAL	
0013	Concreto Premezclado	m3	6.408,97	1.570,20	24,50%	4.012,02	982,95	960,00	0,6260	0,6114	22,95
0015	Habilitación de acero	Kg	241.063,67	95.736,22	39,71%	4.098,08	1.627,52	1.500,00	0,0170	0,0157	127,52
0016	Encofrado	m2	92.182,68	24.602,37	26,69%	42.855,73	11.437,64	13.700,00	0,4649	0,5569	-2.262,36
0019	Revoques y enlucidos	m2	78.572,33	21.577,80	27,46%	5.026,63	1.380,98	1.370,03	0,0640	0,0635	10,95
0020	Tarrajes y derrames	m	11.804,00	4.279,05	36,25%	4.957,68	2.217,20	1.715,00	0,5182	0,4008	502,20
0022	Acabado de losa	m2	19.987,24	3.394,09	16,98%	9.993,62	1.697,05	1.575,00	0,5000	0,4640	122,05
0047	Colocación de acero	Kg	289.534,56	90.438,14	31,24%	7.672,67	2.396,61	2.385,00	0,0000	0,0000	11,61
<b>Total</b>						<b>78.616,43</b>	<b>21.739,94</b>	<b>23.205,03</b>			<b>-1.465,09</b>
											<b>Eficiencia</b>
											<b>93,7%</b>

*Nota.* Elaboración Propia.

Se puede observar que en el caso del Proyecto 02, la actividad con notable deficiencia en productividad de mano de obra es “Encofrados” con - 2262.36 de horas perdidas.

**Figura 27**

*Resumen de Informe Semanal de Productividad de mano de obra del Proyecto 03.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PRODUCTIVIDAD (RATIO)		G Y P
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHs PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL	LÍNEA BASE	ACUMULADO REAL	
0300	Concreto Premezclado	m3	8.457,12	2.340,60	27,68%	6.024,58	1.465,22	1.430,28	0,6260	0,6111	34,94
0320	Encofrado	m2	79.854,30	19.830,25	24,83%	35.656,90	9.219,08	9.209,00	0,4649	0,4644	10,08
0330	Acabado de losa	m2	19.254,00	4.602,37	23,90%	9.850,00	2.301,19	2.250,32	0,5000	0,4889	50,86
0340	Habilitación de acero	Kg	265.448,52	91.660,90	34,53%	4.502,46	1.558,24	1.527,05	0,0170	0,0167	31,19
0350	Colocación de acero	Kg	296.516,34	87.279,16	29,43%	7.890,58	2.312,90	2.291,84	0,0265	0,0263	21,06
0360	Muros de albañilería	m2	61.542,00	8.480,93	13,78%	17.005,00	2.383,14	2.350,20	0,2810	0,2771	32,94
0370	Solaqueos	mL	14.857,87	1.087,65	7,32%	2.985,13	456,81	855,76	0,4200	0,7868	-398,95
<b>Total</b>						<b>83.914,65</b>	<b>19.696,57</b>	<b>19.914,45</b>			<b>-217,88</b>
											<b>Eficiencia</b>
											<b>98,9%</b>

*Nota.* Elaboración Propia.

En el caso del Proyecto 03, la actividad con notable deficiencia en productividad de mano de obra es “Solaqueos” con -398.95 de pérdida. Esta actividad pertenece al área de “arquitectura”.



**Desglosamiento de las actividades en subactividades.** Para poder desarrollar y aplicar las cartas balance en cada una de las actividades que se encontraron con baja productividad, es importante primero identificar las sub actividades de cada una de estas. Posteriormente, se les designará a cada sub actividad una nomenclatura que finalmente será utilizada en la estructura de las cartas balance.

***Proyecto 01.***

Actividad: Habilitación de acero.

Sub actividades:

- Ensamblado de malla. **(EN)**
- Corte de acero. **(CO)**
- Doblado de acero. **(DO)**
- Acarreo de materiales. **(AC)**
- Espera por material faltante. **(ES)**
- Tiempo Ocioso. **(TO)**
- Viajes innecesarios. **(VI)**

***Proyecto 02.***

Actividad: Encofrados (Horizontales y Verticales).

Sub actividades:

- Ensamblado de paneles. **(EN)**
- Nivelación de muros. **(NI)**
- Acarreo de paneles fenólicos. **(AC)**
- Corte de paneles fenólicos. **(CO)**
- Taladrado de paneles fenólicos. **(TA)**
- Espera por material faltante. **(ES)**

- Tiempo Ocioso. **(TO)**
- Viajes innecesarios. **(VI)**
- Trabajo Rehecho. **(TR)**

**Proyecto 03.**

Actividad: Solaqueos.

Sub actividades:

- Solaqueo. **(SO)**
- Acarreo de material. **(AM)**
- Limpieza de babas. **(LI)**
- Preparación de la mezcla. **(PR)**
- Espera por material faltante. **(ES)**
- Tiempo Ocioso. **(TO)**
- Viajes innecesarios. **(VI)**
- Trabajo Rehecho. **(TR)**

**Asignación de los tipos de trabajo.** A continuación, se le asignará a cada actividad un tipo de trabajo específico según conceptos y criterios especificados anteriormente en bases teóricas. Estos trabajos pueden ser Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC).

**Proyecto 01.**

**Figura 28**

*Distribución de los tipos de trabajo de la actividad “Habilitación de acero”.*

TP	TC	TNC
Ensamblado de malla <b>(EN)</b>	Corte de Acero <b>(CO)</b> Doblado de Acero <b>(DO)</b> Acarreo de materiales <b>(AC)</b>	Espera por material faltante <b>(ES)</b> Tiempo Ocioso <b>(TO)</b> Viajes innecesarios <b>(VI)</b>

*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 28 se observa la distribución de los tipos de trabajos de la actividad “Habilitación de acero” empleado por la cuadrilla de trabajo (obreros). Se tomó como trabajo productivo únicamente al ensamblado de malla.

**Proyecto 02.**

**Figura 29**

*Distribución de los tipos de trabajo de la actividad “Encofrados”.*

TP	TC	TNC
Ensamblado de paneles (EN)	Nivelación de muros. (NI)	Espera por material faltante (ES)
	Acarreo de paneles fenólicos. (AC)	Tiempo Ocioso. (TO)
	Corte de paneles fenólicos. (CO)	Viajes innecesarios (VI)
	Taladrado de paneles fenólicos. (TA)	Trabajo Rehecho. (TE)

*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 29 se observa la distribución de los tipos de trabajos de la actividad “Encofrados” empleado por la cuadrilla de trabajo (obreros). Se tomó como trabajo productivo únicamente al ensamblado de los paneles fenólicos usados para la ejecución de esta actividad.

**Proyecto 03.**

**Figura 30**

*Distribución de los tipos de trabajo de la actividad “Solaqueo”.*

TP	TC	TNC
Solaqueo (SO)	Acarreo de materiales (AC)	Espera por material faltante (ES)
	Limpieza de babas (LI)	Tiempo Ocioso. (TO)
	Preparación de la mezcla (PR)	Viajes innecesarios (VI)
		Trabajo Rehecho (TE)

*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 30 se observa la distribución de los tipos de trabajos de la actividad “Solaqueos” empleado por la cuadrilla de trabajo (obreros). Se tomó como trabajo productivo únicamente a la realización del solaqueo en sí.

**Distribución de personal utilizado.** Además de necesitar la clasificación de tipos de trabajos para la aplicación de la carta balance, se necesitará también saber cuál es la cuadrilla de trabajo que se utiliza para la ejecución de cada actividad. A continuación, se presenta esta distribución de la cuadrilla de trabajo de las actividades seleccionadas del Proyecto 01, 02 y 3, respectivamente.

***Proyecto 01. Habilitación de acero.***

**Tabla 1**

*Cuadrilla real de trabajo de “Habilitación de Acero”.*

<b>Obrero</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Obrero 1	Rodríguez	Operario
Obrero 2	Silva	Operario
Obrero 3	Juan	Oficial
Obrero 4	Rolando	Oficial
Obrero 5	Wilfredo	Peón
Obrero 6	Javier	Peón

*Nota.* Elaboración Propia.

En la tabla 1 se puede visualizar la cuadrilla real empleada para la realización de la actividad “Habilitación de acero”. Con cuadrilla real se hace referencia a la que se está utilizando en campo; cabe resaltar que para la realización del presente estudio, se evaluó (muestreó) el trabajo realizado por dos cuadrillas de trabajo, por lo que en realidad cada cuadrilla estaba conformada por 1 operario, 1 oficial y 1 peón.

***Proyecto 02. Encofrados.***

**Tabla 2**

*Cuadrilla real de trabajo de “Encofrados”.*

<b>Obrero</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Obrero 1	Gutiérrez	Operario
Obrero 3	Ruiz	Operario
Obrero 2	Ramos	Peón
Obrero 4	José	Peón

*Nota.* Elaboración Propia.

En la tabla 2 se puede visualizar la cuadrilla real empleada para la realización de la actividad “Encofrados”. Con cuadrilla real se hace referencia a la que se está utilizando en campo; cabe resaltar que para la realización del presente estudio, se evaluó (muestreó) el trabajo realizado por dos cuadrillas de trabajo, por lo que en realidad cada cuadrilla estaba conformada por 1 operario y 1 peón.

***Proyecto 03. Solaqueos.***

**Tabla 3**

*Cuadrilla real de trabajo de “Solaqueos”.*

<b>Obrero</b>	<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Obrero 1	Chávez	Operario
Obrero 3	Tamayo	Operario
Obrero 2	Julio	Peón
Obrero 4	Miranda	Peón

*Nota.* Elaboración Propia.

En la tabla 3 se puede visualizar la cuadrilla real empleada para la realización de la actividad “Solaqueos”. Con cuadrilla real se hace referencia a la que se está utilizando en campo; cabe resaltar que para la realización del presente estudio, se evaluó (muestreó) el trabajo realizado por dos cuadrillas de trabajo, por lo que en realidad cada cuadrilla estaba conformada por 1 operario y 1 peón.

**Filmación a la cuadrilla que ejecuta la actividad y posterior procesamiento minuto a minuto.** Posterior a la identificación de actividades, sub actividades, tipos de trabajo y cuadrilla que se está utilizando, se procede a realizar la filmación (muestreo) y registro de tiempos de la manera indicada en las Cartas Balance (**ver ANEXOS N°13,14 y 15**) y además ingresando a estas la información específica de cada actividad a analizar.

**Procesamiento de datos obtenidos a través de la Carta Balance.** A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las Cartas Balances aplicadas a las actividades: Habilitación de acero, Encofrados y Solaqueo; cabe recalcar que estos resultados son los obtenidos en un principio, es decir, antes de aplicarse las medidas correctivas inmediatas con el fin de mejorar la productividad en obra. Por último, se plantearán estas medidas correctivas (según los problemas encontrados en el muestreo) para después realizar la aplicación de estas medidas en las actividades analizadas.

### *Proyecto 01. Habilitación de Acero.*

#### **Figura 31**

*Obreros en otras funciones a causa del sobre dimensionamiento de cuadrilla.*



*Nota. Elaboración Propia.*

**Figura 32**

*Tiempo Ocioso.*



*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 31 se observa a un obrero perteneciente a la actividad de “Habilitación” realizando trabajo de “Colocación de acero” y en la figura 32 se puede observar a un obrero de la cuadrilla coversando con otro y dejando el área de corte de acero totalmente abandonada.

Cuadro resumen de muestreo obtenido

**Figura 33**

*Cuadro resumen de las sub actividades de “Habilitación de acero”.*

	I	II	III	IV	V	VI	
EN	230	234	0	0	0	0	<b>TOTAL</b> 464      23% 347      17% 315      15% 237      12% 238      12% 306      15% 147      7% 2054    100%
CO	0	0	72	102	95	78	
DO	0	0	132	105	47	31	
AC	0	0	15	56	59	107	
ES	96	67	56	19	0	0	
TO	25	47	43	44	86	61	
VI	0	0	13	20	43	71	
<b>TT</b>	<b>351</b>	<b>348</b>	<b>331</b>	<b>346</b>	<b>330</b>	<b>348</b>	

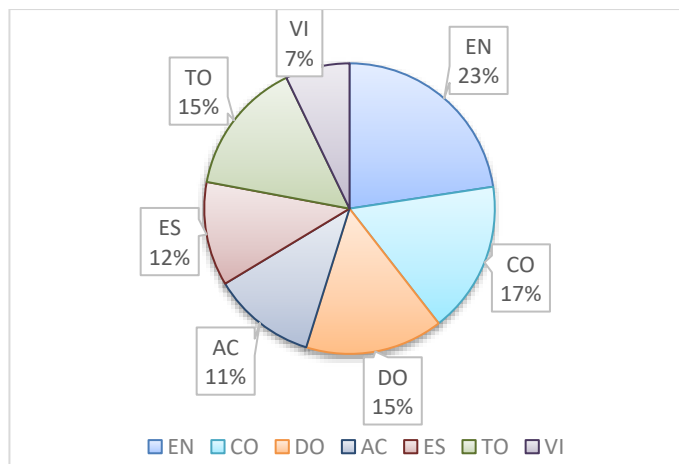
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 33 se muestra de manera general los resultados obtenidos por obrero en cuanto a cada tipo de trabajo y los porcentajes de estos trabajos con respecto al total. La totalidad no suma 360 minutos dado que hubieron tiempos de ausencia del trabajador en su puesto y estos no son contabilizados en el estudio.

*Incidencia de sub actividades*

**Figura 34**

*Incidencia de sub actividades de la actividad “Habilitación de acero”.*



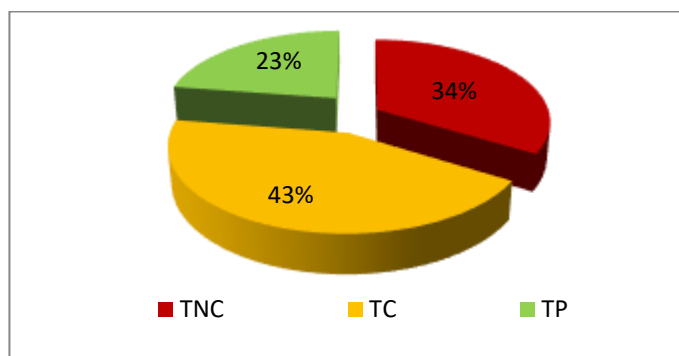
*Nota.* Elaboración Propia.

La figura 34 muestra el porcentaje de incidencia de cada sub actividad trabajada de la actividad “Habilitación de acero” haciendo un total de 100%.

*Distribución del trabajo total*

**Figura 35**

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Habilitación de acero”.*





*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 35 se puede observar el porcentaje total por cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC). El trabajo productivo alcanza el 23%, el trabajo contributorio un 43% y el no contributorio un 34%.

Distribución del trabajo productivo (TP)

**Figura 36**

*Distribución del trabajo productivo total de la actividad “Habilitación de acero”.*



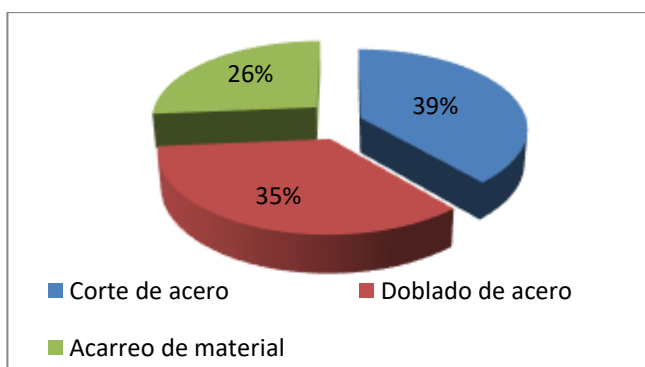
*Nota.* Elaboración Propia.

Como se observa en la figura 36, en el caso de trabajo productivo (TP), la única actividad identificada como este fue el ensamblado de malla. Por tanto, el 100% del total pertenece a esta sub actividad.

Distribución del trabajo contributorio (TC)

**Figura 37**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Habilitación de acero”.*



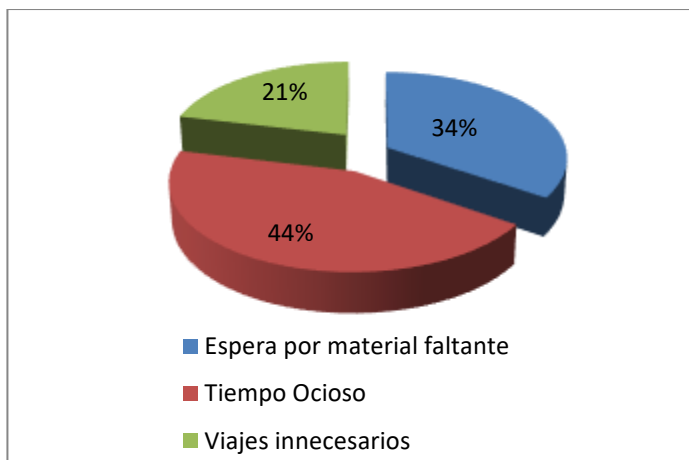
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 37 se puede observar la distribución en porcentajes del total de trabajo contributorio (TC). Como se visualiza, el corte de acero representa un 39% siendo el más alto, seguido por el doblado de acero que representa un 35% y por último el acarreo de material que representa 26%.

Distribución del trabajo no contributorio (TNC)

**Figura 38**

*Distribución del trabajo no contributorio de la actividad “Habilitación de acero”.*



*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 38 se puede observar la distribución en porcentajes del total de trabajo no contributorio (TNC). En este caso, la mayor cantidad de tiempo los obreros se encontraron realizando actividades que no aportaban a la productividad, es por esto que el tiempo ocioso representa el 44% del total, la espera por material faltante un 34% y viajes innecesarios 21%. Cabe resaltar que, dentro de lo considerado viajes innecesarios se encuentra los viajes por reemplazo de mascarillas de protección, puesto que estas se rompían y los obreros tenían que dirigirse hasta la parte donde estaba ubicado el almacén para poder hacer el cambio.

Productividad por obrero.

**Figura 39**

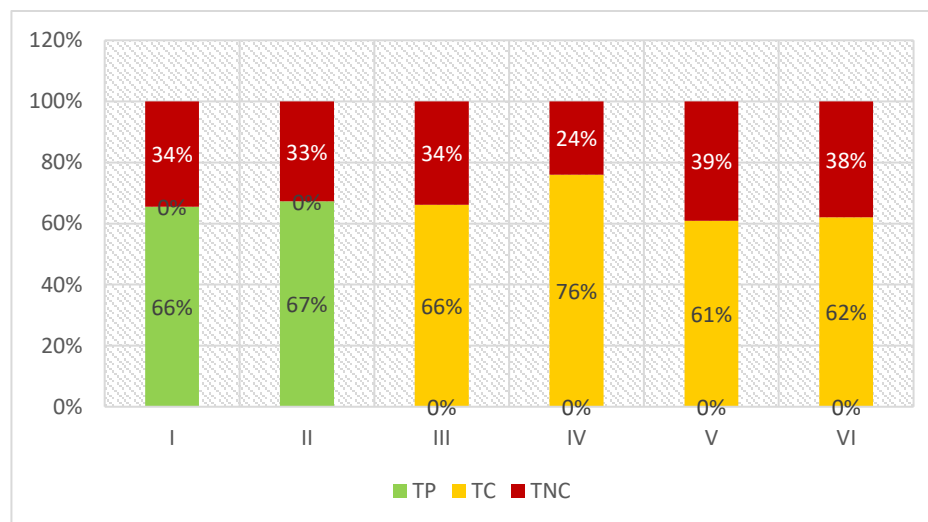
*Cuadro Resumen de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Habilitación de acero”.*

	I	II	III	IV	V	VI
TP	66%	67%	0%	0%	0%	0%
TC	0%	0%	66%	76%	61%	62%
TNC	34%	33%	34%	24%	39%	38%

*Nota.* Elaboración Propia.

**Figura 40**

*Gráfico de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Habilitación de acero”.*



*Nota.* Elaboración Propia.

En el anterior cuadro resumen y posterior gráfico de barras, se muestran los porcentajes de los tipos de trabajo (TP, TC y TNC) por cada obrero. Como se puede observar los obreros III, IV, V y VI que fueron oficiales y peones, tienen un trabajo productivo de 0%.

Planteamiento de medidas correctivas.

- Se hizo una redistribución del personal, colocándose a 2 de los obreros (peones) en la ejecución de la partida “colocación de acero” y quedando esta actividad únicamente con 4 obreros, 2 operarios y 2 oficiales en total en las 2 cuadrillas. Esto con la finalidad de disminuir el tiempo ocioso causado por el sobredimensionamiento de la cuadrilla.
- Se realizó una reasignación de funciones, puesto que al existir una “nueva cuadrilla” con menos obreros, se tenía que disminuir el porcentaje de trabajo no contributivo. Los operarios solo realizaron actividades pertenecientes a trabajo productivo, mientras que los oficiales no solo realizaron trabajo contributivo sino también trabajo productivo, pero en menos cantidad.
- Se conversó con la cuadrilla (principalmente con operarios) que, a la fecha, de reiterarse tardanzas y/o ausencias injustificadas de sus puestos, se aplicará un cuadro de sanciones según la reincidencia.
- Se programó un acarreo de material anticipado, con la finalidad de que cuando el personal llegue a su puesto tenga material “in situ” con el que trabajar. De esta manera se logró disminuir el tiempo contributivo invertido en acarreo de materiales que a su vez producía largos tiempos de espera por material faltante.
- Se asignó a la cuadrilla un nuevo stock de mascarillas de protección personal, pasando de entregárseles 1 juego de mascarillas (doble mascarilla) al inicio de la jornada, a que se les sea entregado 2 juegos de mascarillas para de esta manera evitar el viaje innecesario que conlleva hacer el cambio de estas por motivos de rotura o cualquier otro incidente.
- Se brindó una charla con el fin de dar indicaciones sobre el correcto proceso constructivo de “Habilitación de Acero”.

**Proyecto 02. Encofrados.**

**Figura 41**

*Acarreo de paneles.*



*Nota. Elaboración Propia.*

**Figura 42**

*Ensamblado de paneles.*



*Nota. Elaboración Propia.*

Se puede observar en las figuras 41 y 42, sub actividades pertenecientes a trabajo productivo (ensamblado de paneles) y trabajo contributorio (acarreo de paneles).

Cuadro resumen de muestreo obtenido

**Figura 43**

*Cuadro resumen de las sub actividades de la actividad “Encofrados”.*

	EN	NI	AC	CO	ES	TO	VI	TT	TOTAL	
EN	169	179	0	0	0	0	0		348	26%
NI	63	54	81	44	0	0	0		242	18%
AC	18	0	62	78	0	0	0		158	12%
CO	12	23	68	60	0	0	0		163	12%
ES	28	62	96	95	0	0	0		281	21%
TO	33	25	24	53	0	0	0		135	10%
VI	0	0	9	8	0	0	0		17	1%
TT	323	343	340	338	0	0	0		1344	100%

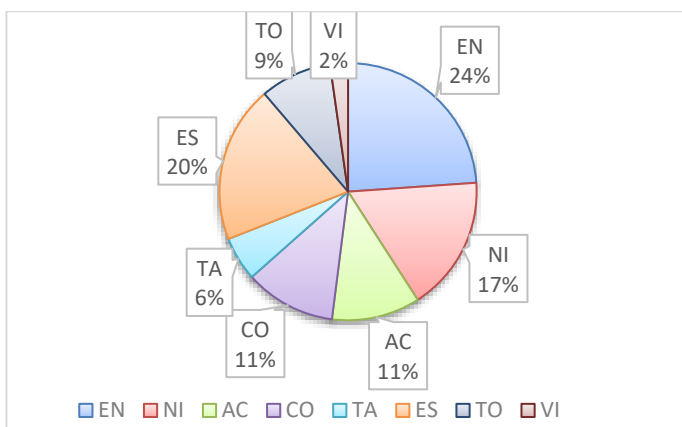
*Nota.* Elaboración Propia.

La figura 43 muestra de manera general los resultados obtenidos por obrero en cuanto a cada tipo de trabajo y los porcentajes de estos trabajos con respecto al total. La totalidad no suma 360 minutos dado que hubieron tiempos de ausencia del trabajador en su puesto y estos no son contabilizados en el estudio.

Incidencia de sub actividades

**Figura 44**

*Incidencia de sub actividades de la actividad “Encofrados”.*



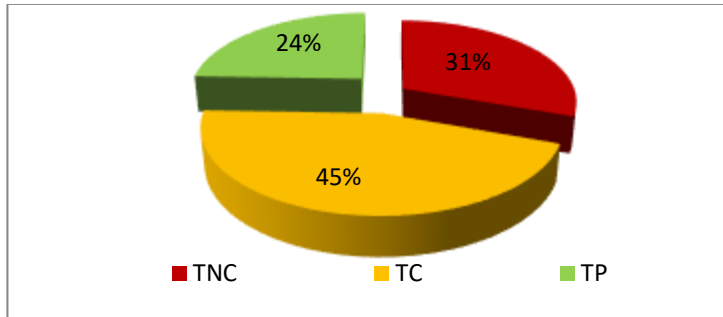
*Nota.* Elaboración Propia.

La figura 44 muestra el porcentaje de incidencia de cada sub actividad trabajada de la actividad Encofrados. La actividad con menor incidencia fue “viajes innecesarios” con 2%.

Distribución del trabajo total

**Figura 45**

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Encofrados”.*



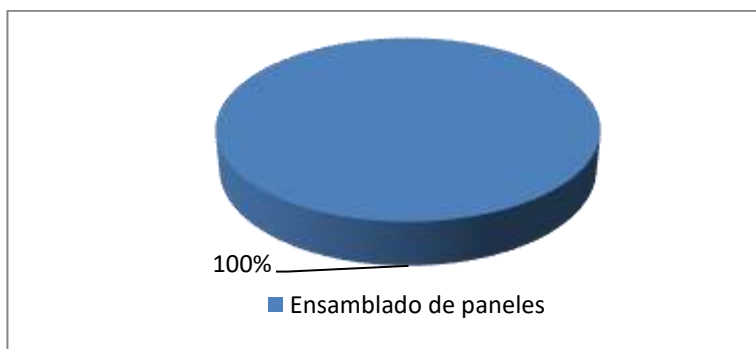
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 45 se puede observar el porcentaje total por cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC). El trabajo productivo alcanza el 24%, el trabajo contributorio un 45% y el no contributorio un 31%.

Distribución del trabajo productivo (TP)

**Figura 46**

*Distribución del trabajo productivo total de la actividad “Encofrados”.*



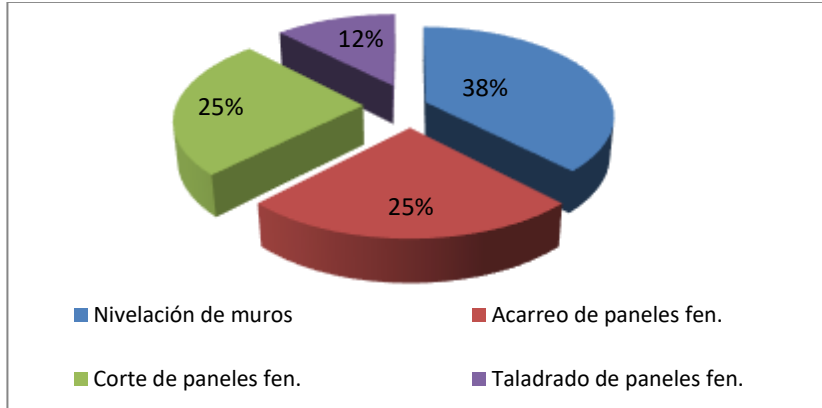
*Nota.* Elaboración Propia.

Como se puede observar en la figura 46, en el caso de trabajo productivo (TP), la única actividad identificada como este fue el ensamblado de paneles. Por tanto, el 100% del total pertenece a esta sub actividad.

Distribución del trabajo contributorio (TC)

**Figura 47**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Encofrados”.*



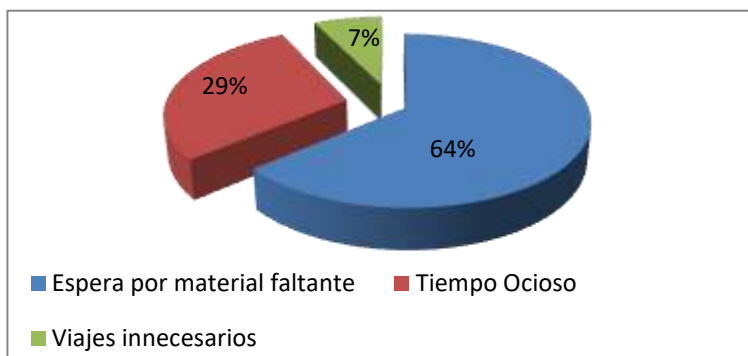
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 47 se puede observar la distribución en porcentajes del total de trabajo contributorio (TC). Como se visualiza, la nivelación de muros representa un 38% siendo el más alto, seguido por el corte de paneles y el acarreo de estos que representan 25% cada uno con respecto al total y finalizando con el taladrado de paneles que cuenta con un 12%.

Distribución del trabajo no contributorio (TNC)

**Figura 48**

*Distribución del trabajo no contributorio de la actividad “Encofrados”.*



*Nota.* Elaboración Propia.



En este caso, y como se observa en la figura 48, la mayor cantidad de tiempo los obreros se encontraron en espera de material que no estaba listo para trabajar, es por esto que el tiempo en esperas por material faltante representa el 64% del total, el tiempo ocioso un 29% y viajes innecesarios 7%. Cabe resaltar que, dentro de lo considerado viajes innecesarios se encuentra los viajes por reemplazo de mascarillas de protección, puesto que estas se rompían y los obreros tenían que dirigirse hasta la parte donde estaba ubicado el almacén para poder hacer el cambio.

Productividad por obrero.

**Figura 49**

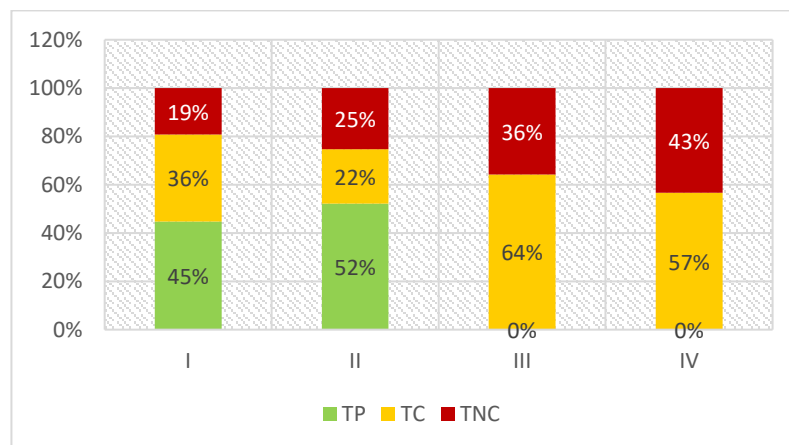
*Cuadro Resumen de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Encofrados”.*

	I	II	III	IV
TP	47%	52%	0%	0%
TC	36%	22%	64%	57%
TNC	17%	25%	36%	43%

Nota. Elaboración Propia.

**Figura 50**

*Gráfico de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Encofrados”.*



Nota. Elaboración Propia.

En el anterior cuadro resumen y posterior gráfico de barras, se muestran los porcentajes de los tipos de trabajo (TP, TC y TNC) por cada obrero. Como se puede observar los obreros III y IV que fueron peones, tienen un trabajo productivo de 0% y altos porcentajes de trabajos no contributivos.

*Planteamiento de medidas correctivas.*

- Se realizó una reasignación de funciones, de modo que los operarios se dedicaran únicamente al ensamblado de paneles y de esta manera evitar que estuvieran realizando trabajo contributivo como el taladrado de estos, pues que esta actividad se encuentra dentro de las funciones de los peones.
- Se eliminó el área “externa” para corte y taladrado de paneles que lo necesitaran, y estos trabajos pasaron a hacerse “in situ” evitando que los operarios estén esperando largos tiempos el acarreo del material para comenzar a trabajar.
- Se programó un acarreo de material anticipado, con la finalidad de que cuando el personal llegue a su puesto tenga material “in situ” con el que trabajar y, de esta manera, lograr disminuir el tiempo contributivo invertido en acarreo de materiales que a su vez producía largos tiempos de espera por material faltante.
- Se asignó a la cuadrilla un nuevo stock de mascarillas de protección personal, pasando de entregárseles 1 juego de mascarillas (doble mascarilla) al inicio de la jornada, a que se les sea entregado 2 juegos de mascarillas para de esta manera evitar el viaje innecesario que conlleva hacer el cambio de estas por motivos de rotura o cualquier otro incidente.
- Se brindó una charla 5 minutos antes de comenzar las labores para alcanzar la información sobre el correcto proceso constructivo.

- Se conversó con los trabajadores para indicar que, de haber daños en paneles por descuido propio, se aplicarán cuadros de sanciones dependiendo de la reincidencia en las faltas.

***Proyecto 03. Solaqueos.***

**Figura 51**

*Acarreo de material para el Solaqueo de muros.*



*Nota.* Elaboración Propia.

Se puede observar en la figura 51, un problema de tiempo ocioso por parte del operario, pues se encontraba esperando que el obrero termine de acarrear el material para poder comenzar con la preparación de la mezcla.

*Cuadro resumen de muestreo obtenido*

**Figura 52**

*Cuadro resumen de las sub actividades de la actividad “Solaqueo”.*

SO	67	98	0	0	0	0	
AC	11	0	54	59	0	0	
LI	0	8	130	129	0	0	
PR	0	0	60	54	0	0	
ES	170	218	0	0	0	0	
TO	87	24	78	98	0	0	
VI	0	0	8	9	0	0	
<b>TT</b>	<b>335</b>	<b>348</b>	<b>330</b>	<b>349</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

TOTAL	
165	12%
124	9%
267	20%
114	8%
388	28%
287	21%
17	1%
<b>1362</b>	<b>100%</b>

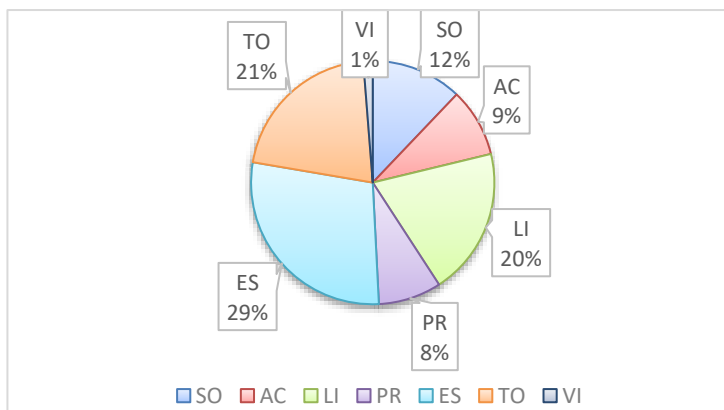
*Nota.* Elaboración Propia.

La figura 52 muestra de manera general los resultados obtenidos por obrero en cuanto a cada tipo de trabajo y los porcentajes de estos trabajos con respecto al total. La totalidad no suma 360 minutos dado que hubieron tiempos de ausencia del trabajador en su puesto y estos no son contabilizados en el estudio.

*Incidencia de sub actividades*

**Figura 53**

*Incidencia de sub actividades de la actividad “Solaqueo”.*



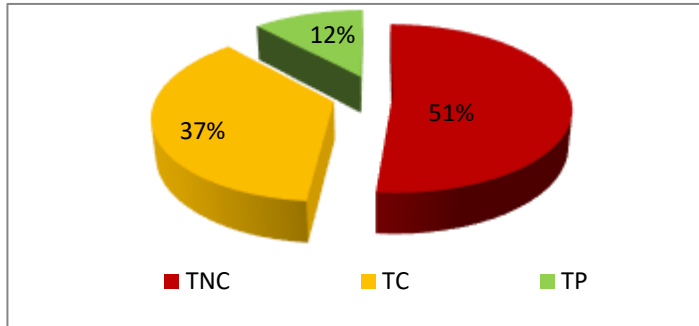
*Nota.* Elaboración Propia.

La figura 53 muestra el porcentaje de incidencia de cada sub actividad trabajada de la actividad “Solaqueo” haciendo un total de 100%. La actividad con menor incidencia fue “viajes innecesarios” con 1%.

Distribución del trabajo total

**Figura 54**

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Solaqueo”.*



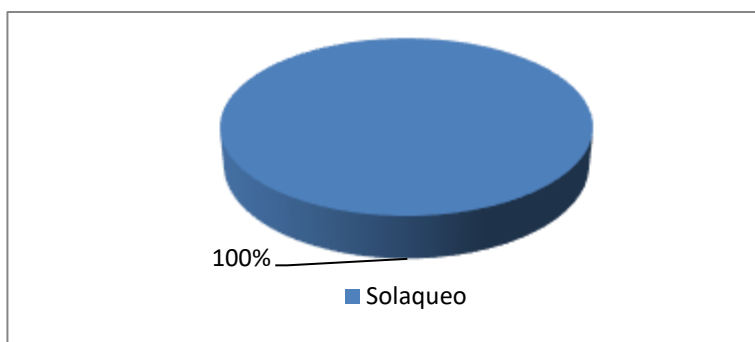
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 54 se puede observar el porcentaje total por cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC). El trabajo productivo alcanza el 12%, el trabajo contributivo 37% y el no contributivo 51%. El porqué de estos resultados los veremos más adelante, claramente es el caso más crítico.

Distribución del trabajo productivo (TP)

**Figura 55**

*Distribución del trabajo productivo total de la actividad “Solaqueo”.*



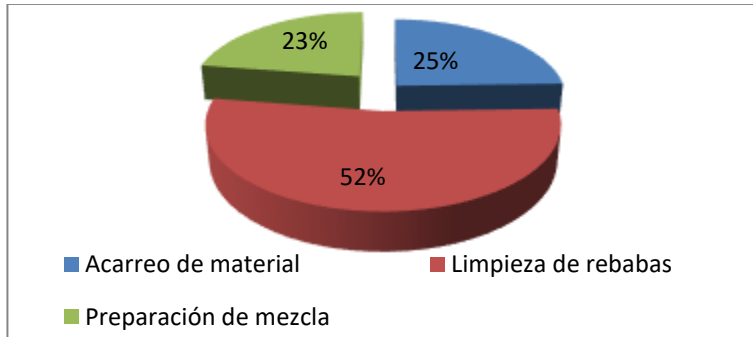
*Nota.* Elaboración Propia.

En el caso de trabajo productivo (TP), la única actividad identificada como este fue el Solaqueo en sí. Por tanto, el 100% del total pertenece a esta sub actividad.

Distribución del trabajo contributorio (TC)

**Figura 56**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Solaqueo”.*



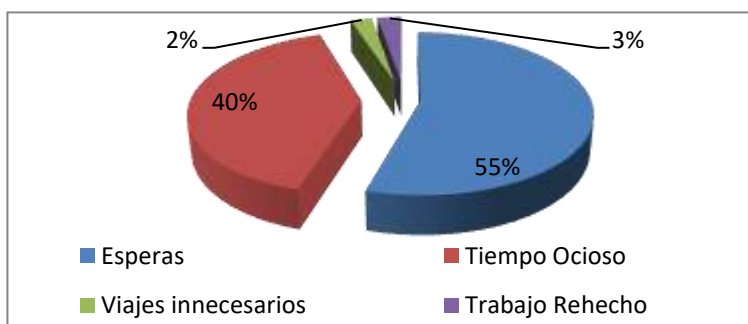
*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 56 se puede observar la distribución en porcentajes del total de trabajo contributorio (TC). Como se visualiza, la limpieza de rebabas representa un 52% siendo el más alto, seguido por el acarreo de material con un 25% y la preparación de la mezcla con un 23% estos que representan 25% cada uno con respecto al total.

Distribución del trabajo no contributorio (TNC)

**Figura 57**

*Distribución del trabajo no contributorio de la actividad “Solaqueo”.*



*Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 57 se puede observar la distribución en porcentajes del total de trabajo no contributorio (TNC). En este caso, la mayor cantidad de tiempo los obreros se encontraron es espera de material que no estaba listo para trabajar, es por esto que el

tiempo en esperas por material faltante representa el 55% del total, el tiempo ocioso un 40%, trabajo rehecho 3% y viajes innecesarios 2%. Cabe resaltar que, dentro de lo considerado viajes innecesarios se encuentra los viajes por reemplazo de mascarillas de protección, puesto que estas se rompían y los obreros tenían que dirigirse hasta la parte donde estaba ubicado el almacén para poder hacerlo.

Cuadro resumen de la Productividad por obrero.

**Figura 58**

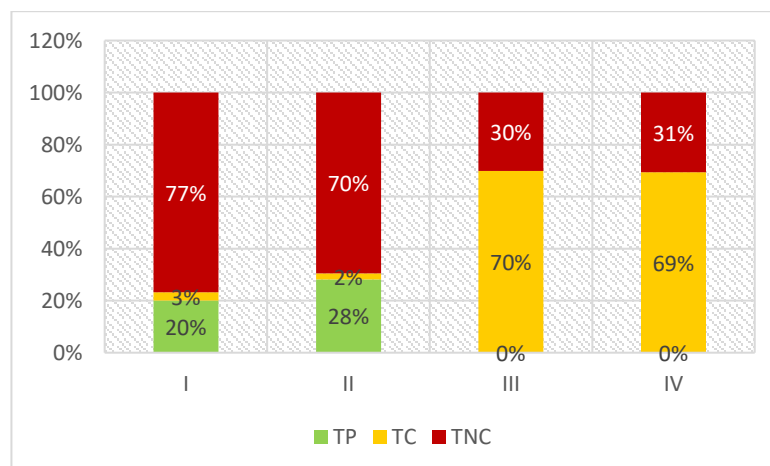
*Cuadro Resumen de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Solaqueos”.*

	I	II	III	IV
TP	20%	28%	0%	0%
TC	3%	2%	70%	69%
TNC	77%	70%	30%	31%

Nota. Elaboración Propia.

**Figura 59**

*Gráfico de la distribución de trabajos totales por obrero de la actividad “Solaqueos”.*



Nota. Fuente Propia.

En el anterior cuadro resumen y posterior gráfico de barras, se muestran los porcentajes de los tipos de trabajo (TP, TC y TNC) por cada obrero. Como se puede observar en este caso ocurrió totalmente lo contrario, el problema se presenta con los operarios en lugar de los peones. Esto puede deberse a debidos factores que se verán más adelante.

*Planteamiento de medidas correctivas.*

- Se hizo una redistribución del personal, colocándose a 2 de los obreros (peones) en la ejecución de la partida “muros de albañilería” y quedando esta actividad únicamente con 2 operarios en total en las 2 cuadrillas. Esto con la finalidad de disminuir el tiempo ocioso causado por el sobredimensionamiento de la cuadrilla.
- Se realizó una reasignación de funciones, puesto que al ya no estar presentes los peones en la cuadrilla, los trabajos contributivos tanto como el trabajo productivo pasarían a ser funciones únicamente del operario. Esto con el fin de evitar tiempos de esperas y tiempos ociosos.
- Se programó que la limpieza de rebabas se realizara anticipadamente, puesto que esta sub actividad no debió estar en presente en la actividad “Solaqueos” pues solo generaba retraso en la ejecución de la partida y por consiguiente menor cantidad de trabajo productivo.
- Se implementó, en la partida de encofrados, un control de calidad que ayude a evitar desperfectos en los muros como son los desniveles que generen mayor dificultad en el solaqueo.
- Se asignó a la cuadrilla un nuevo stock de mascarillas de protección personal, pasando de entregárseles 1 juego de mascarillas (doble mascarilla) al inicio de la jornada, a que se les sea entregado 2 juegos de mascarillas para de esta manera



evitar el viaje innecesario que conlleva hacer el cambio de estas por motivos de rotura o cualquier otro incidente.

- Se reforzó el seguimiento de un capataz a la cuadrilla para evitar tiempos ociosos o ausencias del puesto que acarreen cuadros de amonestaciones para el trabajador.

## **Resultados**

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las 03 obras de construcción que son parte de la muestra, estas se encuentran en distintas fases de ejecución en el distrito de Bellavista. Los resultados relacionaran la aplicación de Carta Balance con la productividad de mano de obra. Estos resultados se han basado en la información resultante de la lista de chequeo implementada en el presente estudio.

La lista de chequeo fue aplicada a un total de 15 profesionales de las áreas de residencia, producción y oficina técnica de las obras, es decir, 5 profesionales que tienen injerencia con las variables de estudio por cada obra de construcción en el distrito de Bellavista. Estas listas fueron aplicadas a través de entrevistas interpersonales, ya sea de manera presencial o de manera virtual, como optara el entrevistado.

### ***Efecto del trabajo productivo sobre la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, provincia del Callao, 2021.***

En este apartado se demostrará que existe una relación significativa entre el trabajo productivo y la mejora de la productividad en las obras, dado que a través de los resultados obtenidos de la lista de chequeo se puede observar una tendencia de mejora en la productividad de mano obra al mejorar o aumentar el porcentaje de trabajo productivo de los trabajadores de las 3 obras de construcción del distrito de Bellavista.

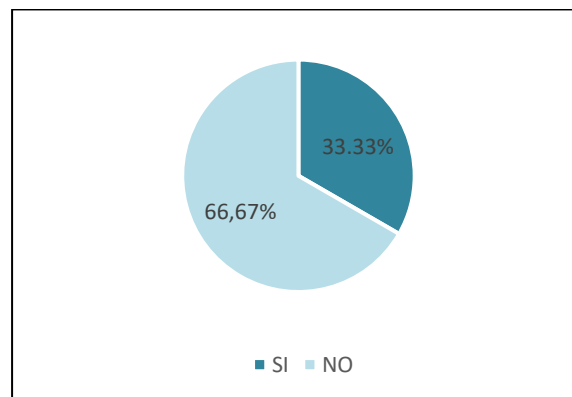
**Principales problemas para alcanzar la productividad proyectada en las obras en el distrito de Bellavista.** De acuerdo con los resultados obtenidos en un principio a través de la lista de chequeo, el 100% de las obras de construcción pertenecientes al estudio

presentaron problemas de productividad generando pérdidas económicas considerables. Esto se debía a que no llevaban un correcto control de los tiempos de cada tipo de trabajo de la mano de obra y tampoco un buen control de los desperdicios (trabajo no contributorio).

Toda esta información debe ser procesada, analizada y aplicada en campo por el área de producción y de no encontrarse establecida esta área, dicha información estaría a cargo de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente. De tal manera que la mayoría de tiempos no contributorios pasen a ser eliminados y que los tiempos contributorios sean minimizados lo máximo posible o mínimamente pasen a ser parte del trabajo productivo haciendo que el porcentaje de este último aumente.

### Figura 60

*Respuesta de la pregunta 1 “Lleva a cabo un registro del tiempo productivo usado por los obreros durante su jornada”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

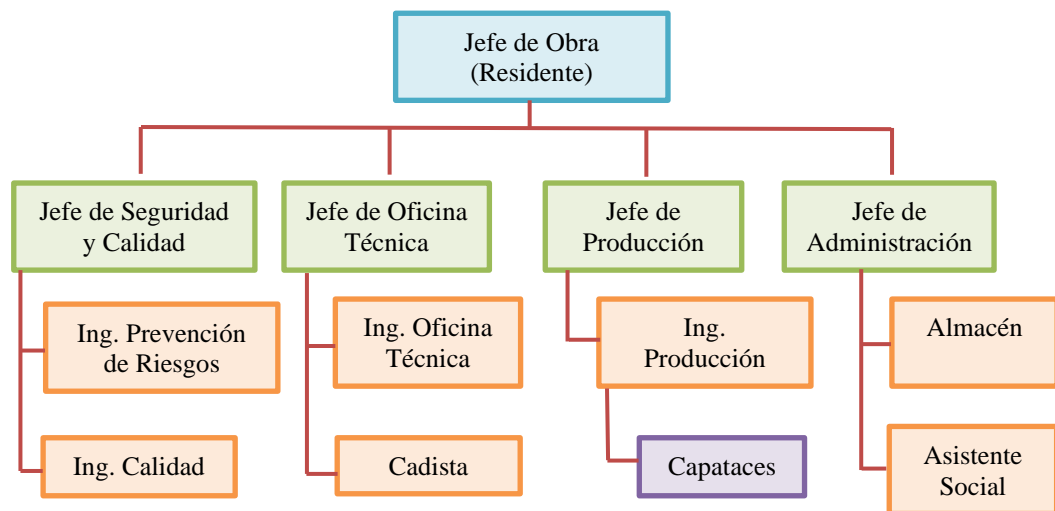
Como se puede observar en la figura 60, según los resultados de la lista de chequeo aplicada, solo el 33.33% de las obras de construcción pertenecientes al estudio lleva a cabo un registro de los tiempos productivos ejecutados por sus trabajadores mediante algún tipo de documento. Es decir, el restante 66.67% no realiza un control de tiempos empleados adecuadamente por sus cuadrillas de trabajo, sino que realizan la ejecución de las partidas de manera desordenada o hacen un control esporádicamente, esto implicaría que no tienen

implementado tampoco un sistema de control de productividad de mano de obra lo que podría conllevar pérdidas económicas y poner en riesgo el cumplimiento de metas y del plazo del proyecto.

El Residente de obra es el encargado de establecer los lineamientos macro del diseño de la producción en la etapa de planeamiento de la obra o inicio de la ejecución.

**Figura 61**

*Organigrama típico de las obras que se tomaron como muestra.*

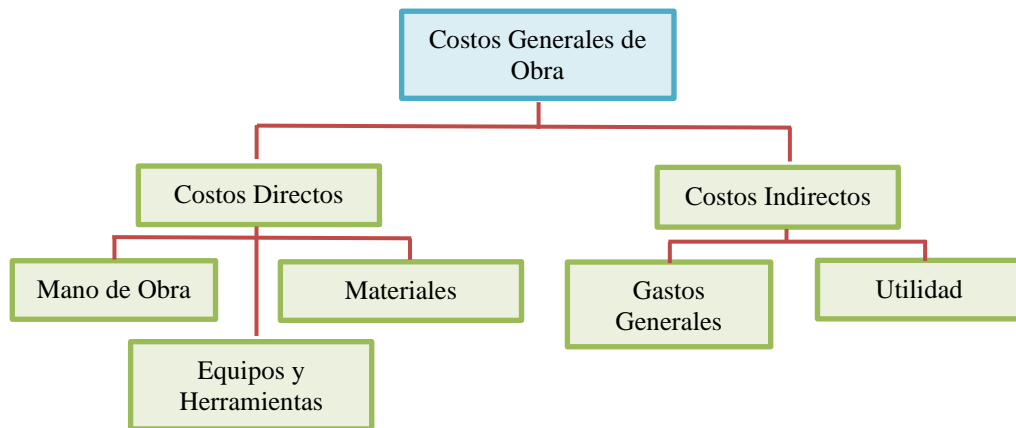


*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 61, el Ingeniero Residente es el encargado de dirigir la ejecución de la obra, ejerce labores de planificación, gestión y monitoreo de las actividades que se van desarrollando en obra. En este contexto, podemos decir que el Ingeniero Residente es el responsable de velar por un óptimo aprovechamiento de medios técnicos y del recurso humano, con el fin de asegurar el cumplimiento de plazo de ejecución y un control de los costos que nos representa un proyecto.

**Figura 62**

*Tipos de Costos presentes en obras de construcción civil.*



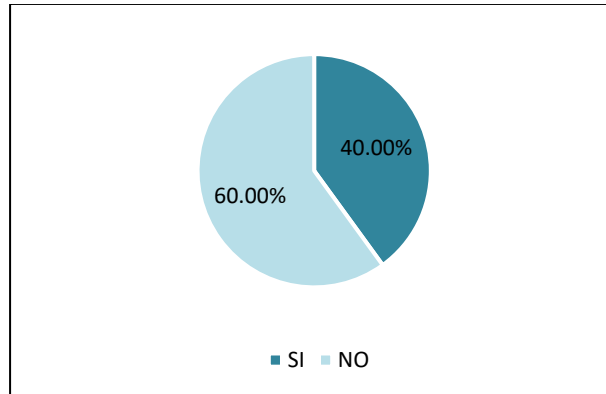
*Nota.* Elaboración propia.

Uno de los tipos de costos presentes en obras de construcción civil son los costos por mano de obra, estos dependen directamente de las tarifas salariales, del trabajo a realizar, de la estructura organizacional y principalmente de los rendimientos e índices de productividad del mismo personal. Los índices de productividad, a su vez, dependen de los tiempos empleados para la ejecución de un proceso constructivo pues son los pilares sobre los que se asientan las decisiones sobre una gestión. Es decir, si el Residente quiere hacer un correcto control de los costos de mano de obra de un proyecto, debe tener en cuenta también la productividad de los mismos trabajadores y para esto se necesitaría controlar los tiempos invertidos por estos al momento de realizar alguna actividad, en especial el tiempo productivo.

Además de una falta de registro del tiempo productivo usado por cada obrero durante su jornada, otro de los principales problemas que no permiten alcanzar la productividad proyectada en obra, es la falta de medición y/o control de los desperdicios existentes.

### Figura 63

*Respuesta de la pregunta 2 “Mide y/o controla los desperdicios en obra de las actividades de estructuras”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

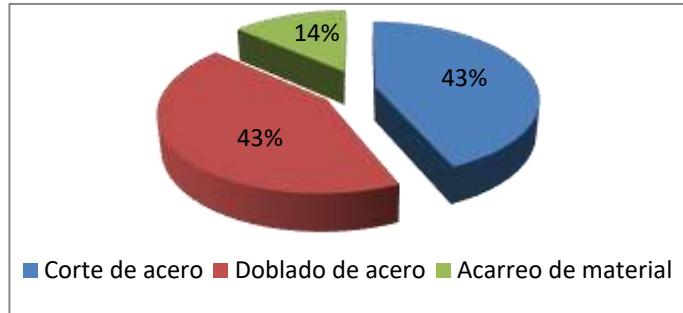
Como podemos observar en la figura 63, según los resultados de la lista de chequeo, solo el 40% de las obras de construcción miden y/o controlan los desperdicios presentes en obra; es decir, el otro 60% de obras no lo hace.

Las pérdidas o desperdicios son un indicador indirecto de la productividad, que debe medirse, pues nos permite la identificación de un problema y el poder accionar con medidas mitigantes sobre actividades que no agreguen un valor en los procesos. Al mitigar o de preferencia eliminar estas actividades, los índices de productividad tienden a mejorar.

Con el fin de demostrar lo antes expuesto, se presentan los resultados de la aplicación de Carta Balance posterior a la implementación de las medidas correctivas planteadas anteriormente para las actividades de “Habilitación de acero” y “Encofrados” pertenecientes a los Proyectos 01 y 02. Estos resultados no solo comprenden los trabajos no contributivos (desperdicios) sino que es necesario poner en contexto el trabajo contributivo también, pues es en base a ambos que se realiza el análisis de la productividad en obra.

**Figura 64**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Habilitación de acero” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*

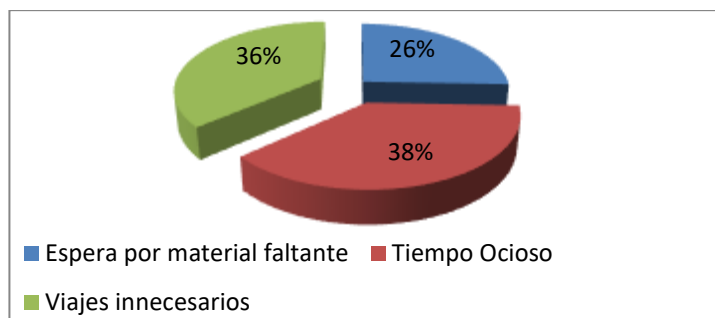


*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 64, en el caso del trabajo contributorio, la subactividad que más se pudo controlar fue el acarreo de material, pues el corte y doblado del acero es totalmente necesario para poder realizarse el trabajo productivo que es el ensamblado de la malla en sí. Este control del acarreo se dio a través de medidas correctivas, la principal medida fue un acarreo anticipado de material, para que los obreros comenzaran a trabajar con su material “in situ” ni bien empezara la jornada. De esta manera se logró disminuir el tiempo invertido en acarreo de material de 29% a un tiempo de acarreo de material de 14%.

**Figura 65**

*Distribución del trabajo no contributorio de la actividad “Habilitación de acero” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*

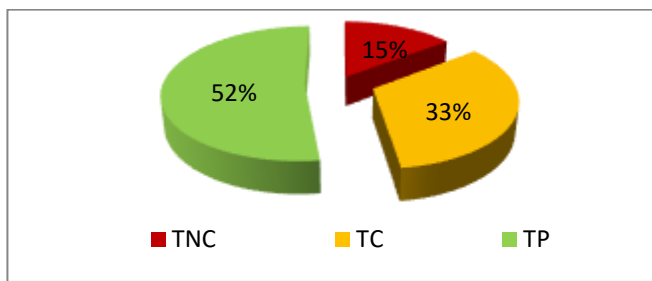


*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 65, en el caso del trabajo no contributorio, la subactividad que disminuyó considerablemente fue esperas por material faltante. Esperas por material faltante fue el principal problema en cuanto a trabajos no contributorios se encontraron en una primera evaluación de la productividad en el Proyecto 01 después de Tiempo Ocioso. A través de esta implementación de metodología se logró disminuir el tiempo invertido en esperas por material faltante de un 34% a un 26%.

### Figura 66

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Habilitación de acero” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*



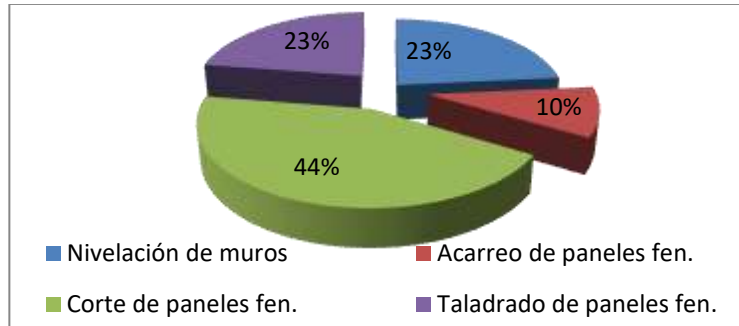
*Nota.* Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 66, se presentan los resultados generales de los tipos de trabajo totales de la cuadrilla final. Se puede observar una disminución de trabajos contributorios de 43% a 33% y de trabajos no contributorios de 34% a 15%, esto a la vez, contribuye al incremento del trabajo productivo que aumentó de un 23% al inicio a un 52% al final. La Carta Balance aplicada de la que provienen estos resultados se puede observar en el capítulo de Anexos. (ver ANEXO N°16)

En el caso del Proyecto 02, la actividad identificada con baja productividad fue “Encofrados”, a través de la metodología empleada se logró disminuir los tiempos que no generaban avance directo, es decir, de los tiempos contributorios y no contributorios de la siguiente manera:

**Figura 67**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Encofrados” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*

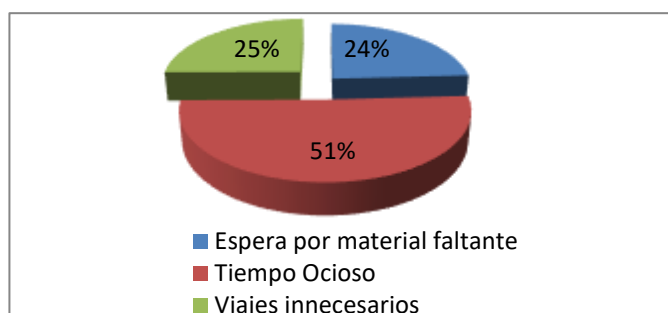


*Nota.* Elaboración propia.

Al igual que en la actividad “Habilitación de Acero”, en “Encofrados” la única sub actividad contributoria que se logró mitigar fue el acarreo de paneles fenólicos, pues nivelación de muros, corte y taladrado de paneles son sub actividades necesarias para posteriormente realizar el ensamblado de los paneles. Esta disminución del porcentaje de tiempo empleado para el acarreo del material, contribuyó a que el tiempo empleado en el corte de paneles incremente y con esto incremente también el porcentaje de tiempo en ensamblado de paneles pues se contará con mayor cantidad de material habilitado para esto. El porcentaje de acarreo de paneles fenólicos logró disminuirse de un 25% a un 10%.

**Figura 68**

*Distribución del trabajo no contributorio de la actividad “Encofrados” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*



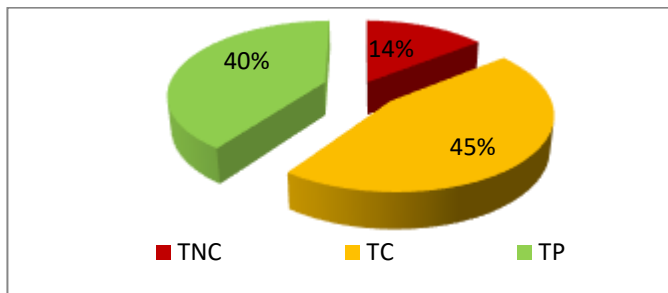
*Nota.* Elaboración propia.



Como se puede observar en la figura 68, en el caso del trabajo no contributorio, la subactividad que disminuyó considerablemente fue esperas por material faltante. Esperas por material faltante fue el principal problema en cuanto a trabajos no contributorios se encontraron en una primera evaluación de la productividad en el Proyecto 02. A través de esta implementación de metodología se logró disminuir el tiempo invertido en esperas por material faltante de un 64% a un 24%.

### Figura 69

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Encofrados” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*



*Nota.* Elaboración propia.

### Figura 70

*Corte y taladrado de paneles "in situ".*



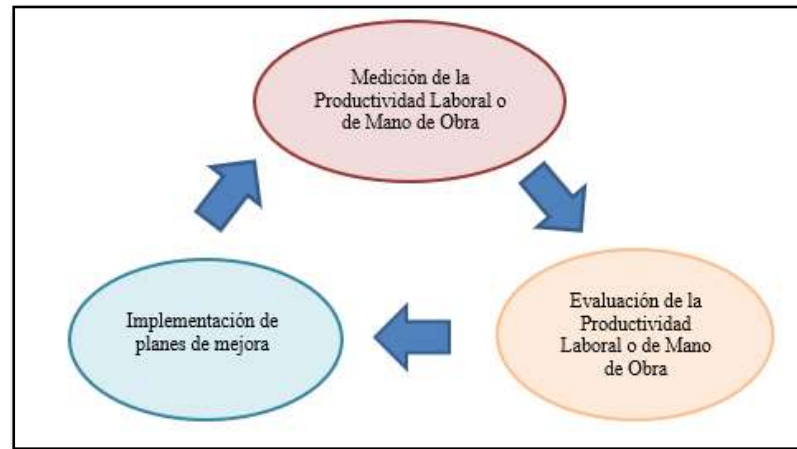
*Nota.* Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 69, se presentan los resultados generales de los tipos de trabajo totales de la cuadrilla después de una redistribución de cuadrilla y reasignación de funciones como medidas correctivas. Se puede observar que se mantiene el porcentaje de trabajo contributorio con 45% y una disminución de trabajos no contributorios de 31% a 14%. Si bien el trabajo contributorio no disminuyó sí lo hizo el trabajo no contributorio y esto a la vez, contribuye al incremento del trabajo productivo que aumentó de un 24% al inicio a un 40% al final. Adicionalmente, se presenta muestra del traslado de “área” de corte y taladrado de los paneles posterior a la implementación de la Carta Balance en la figura 70. La Carta Balance aplicada de la que provienen estos resultados se puede observar en el capítulo de Anexos. (ver ANEXO N°17)

**Importancia del empleo de una metodología para mejorar la productividad de mano de obra en la etapa de acabados húmedos.** El control de la productividad de la mano de obra mediante una metodología ordenada y que englobe todos los criterios necesarios, nos dará mejores resultados y más confiables. Esta metodología deberá implementarse de manera permanente, pues la productividad no es la misma al comienzo de una actividad que al final de esta por lo que puede haber retrasos en la ejecución que posteriormente nos representarían costos adicionales.

**Figura 71**

*Ciclo de implementación de una metodología para mejorar la productividad.*

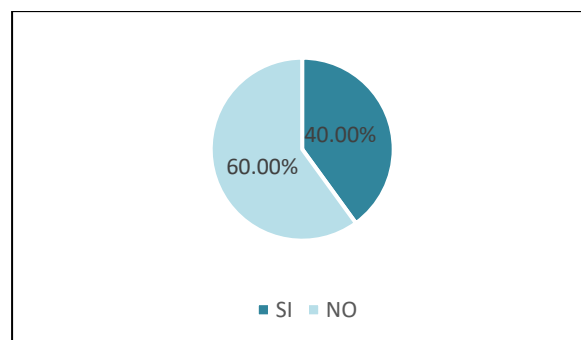


*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 71, una correcta gestión de la productividad mediante una metodología determinada, que en el caso del presente trabajo de investigación es la Carta Balance, siempre inicia desde una medición de la Productividad, pasa por una evaluación y termina (en primera instancia) con la implementación de planes de mejora o medidas correctivas y debería volver a medirse la productividad para analizar si los índices de esta han mejorado, de no ser así debería volver a evaluarse y seguir el curso explicado.

**Figura 72**

*Respuesta de la pregunta 3 “Emplea una metodología de trabajo para disminuir los trabajos contributivos y no contributivos para las actividades de acabados húmedos”.*



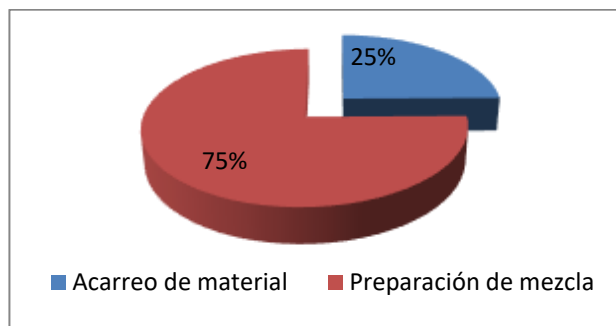
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 72, según los resultados de la lista de chequeo aplicada, solo el 40% de las obras de construcción emplean una metodología que les permita disminuir o minorizar las cantidades porcentuales de trabajos contributorios y no contributorios. Esto implica que el otro 60% de obras de construcción no emplea una metodología para mejorar la productividad de sus trabajadores, pues es a través del control de los indicadores de trabajos contributorios y no contributorios que se puede controlar la productividad a beneficio de la empresa constructora.

En cuanto al Proyecto 03, la actividad identificada con baja productividad fue “Solaqueos”, a través de la metodología empleada se logró disminuir los tiempos que no generaban avance directo, es decir, de los tiempos contributorios y no contributorios de la siguiente manera:

### **Figura 73**

*Distribución del trabajo contributorio de la actividad “Solaqueos” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*



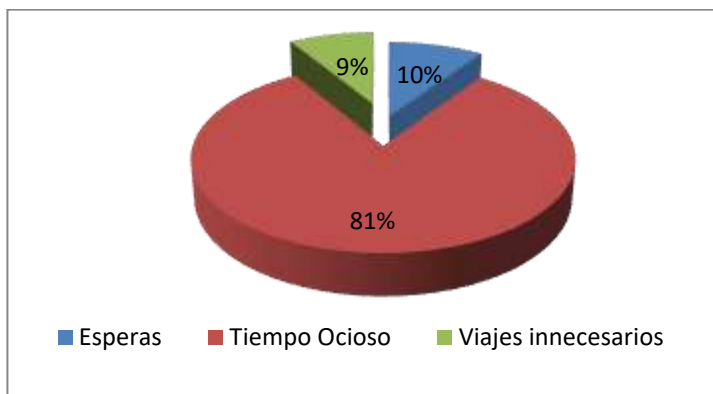
*Nota.* Elaboración propia.

En este caso y como se observa en la figura 73, la única sub actividad contributoria que se logró mitigar fue el acarreo de material pues la preparación de la mezcla es una sub actividad necesaria para posteriormente realizar solaqueo en sí. Sin embargo, además de haberse logrado la mitigación en esta sub actividad, se realizó la eliminación completa de la sub actividad “Limpieza de rebabas”, pues la limpieza de rebabas no contribuía a generar

trabajo productivo directamente, sino que era una actividad previa al comienzo de la actividad “Solaqueo”. Esta disminución del porcentaje de tiempo empleado para el acarreo del material, además de la eliminación de la limpieza de rebabas contribuyó a que el tiempo de trabajo productivo incremente, pues se pudo solaquear los muros inmediatamente después de hacerse la preparación de la mezcla, que a su vez esta comenzó ni bien empezó la jornada laboral.

#### **Figura 74**

*Distribución del trabajo no contributivo de la actividad “Solaqueos” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*

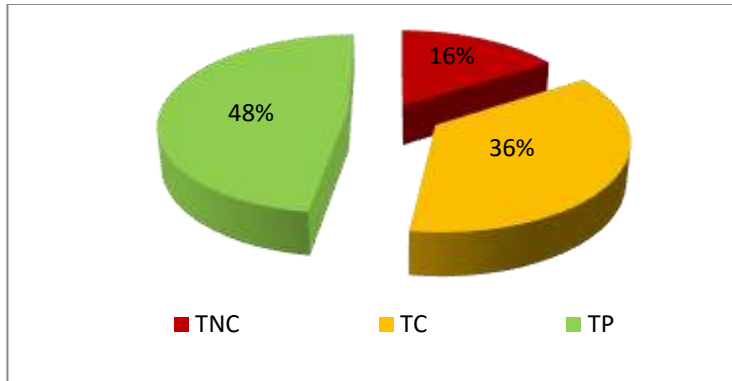


*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 74, en el caso del trabajo no contributivo, la subactividad que disminuyó considerablemente fue esperas que en este caso se registraron ya no como esperas por material faltante si no por esperas por falta de indicaciones. A través de esta implementación de metodología se logró disminuir el tiempo invertido en esperas en general de un 55% a un 10%.

**Figura 75**

*Distribución de los trabajos totales de la actividad “Solaqueos” posterior a la aplicación de medidas correctivas a través de Carta Balance.*



*Nota.* Elaboración propia.

**Figura 76**

*Trabajador posterior a la redistribución de cuadrilla.*



*Nota.* Elaboración propia.

Finalmente, en la figura 75, se presentan los resultados generales de los tipos de trabajo totales de la cuadrilla después de una reasignación de funciones como medida correctiva. Se puede observar una disminución de trabajos contributivos de 37% a 36% y

de trabajos no contributivos de 51% a 16%, esto a la vez, contribuye al incremento del trabajo productivo que aumentó de un 12% al inicio a un 48% al final. Adicionalmente, se muestra una fotografía correspondiente al trabajo del operario después de la redistribución de los trabajadores (figura 76), quedando finalmente solo él encargado de la ejecución del trabajo. La Carta Balance aplicada de la que provienen estos resultados se puede observar en el capítulo de Anexos. (**ver ANEXO N°18**)

Una vez demostrada la relación existente entre el control de los trabajos contributivos y no contributivos con el incremento porcentual del trabajo productivo, se procederá a demostrar la relación causa-efecto entre este último tipo de trabajo y el incremento de la productividad en obra; en el ítem del apartado de ratios reales se presentan las ratios de productividad, efecto de la aplicación de la Carta Balance sobre la eficiencia en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.

*Efecto de la aplicación de la Carta Balance sobre la eficiencia de la mano de obra en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.*

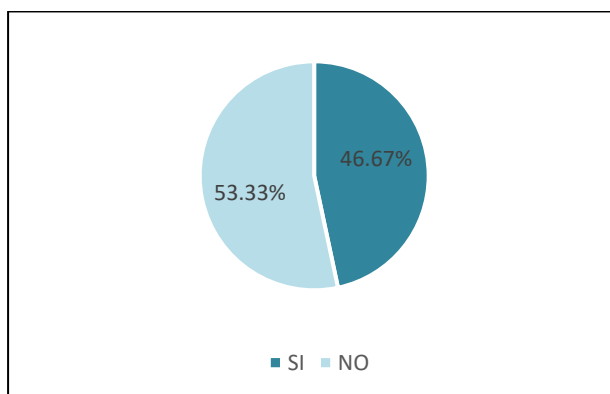
En este segundo apartado demostraré que existe una relación causal significativa entre la aplicación de la Carta Balance sobre la eficiencia en la productividad de las obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, dado que, de acuerdo a los resultados provenientes de la lista de chequeo aplicada se muestra una tendencia de mejora al utilizar la Carta Balance como metodología o mecanismo de control de actividades que permiten mejorar la eficiencia y consecuentemente la productividad y rentabilidad de las empresas constructoras.

**Uso de los trabajos previstos a ejecutar como línea base para medir el rendimiento de la productividad de las obras.** Las variaciones que se presentaron de los

trabajos previstos a ejecutar con los que realmente se ejecutaron es consecuencia de una mala gestión. Los principales problemas fueron el desconocimiento de los trabajos previstos a ejecutar de acuerdo al avance o desarrollo de la obra y la cuantificación de estos. Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente. Además, a través de la lista de chequeo se evidenció que esta obtención de la información de los trabajos previstos y su cuantificación se efectuaba parcialmente, es decir, solo con algunas partidas del presupuesto y no al 100% de las mismas como tenía que hacerse.

### Figura 77

*Respuesta de la pregunta 4 “Obtiene la información de los trabajos previstos a ejecutar del presupuesto de obra”.*



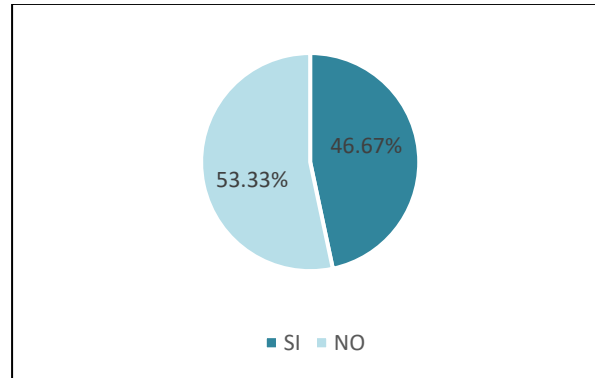
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 77, según los resultados de la lista de chequeo de la Pregunta 4, solo el 46.67% de las obras de construcción obtienen la información de los trabajos previstos a ejecutar con el fin de tener un correcto control de la productividad y trabajan según los trabajos presupuestados. Caso contrario, el restante 53.33% de los encuestados se dejan guiar por los trabajos a ejecutar que van determinando a medida que avanza la obra mas no de la cantidad de trabajo previsto con el que se adjudicó el presupuesto de obra.



**Figura 78**

*Respuesta de la pregunta 5 “Cuantifica la información de los trabajos previstos a ejecutar del presupuesto de obra”.*



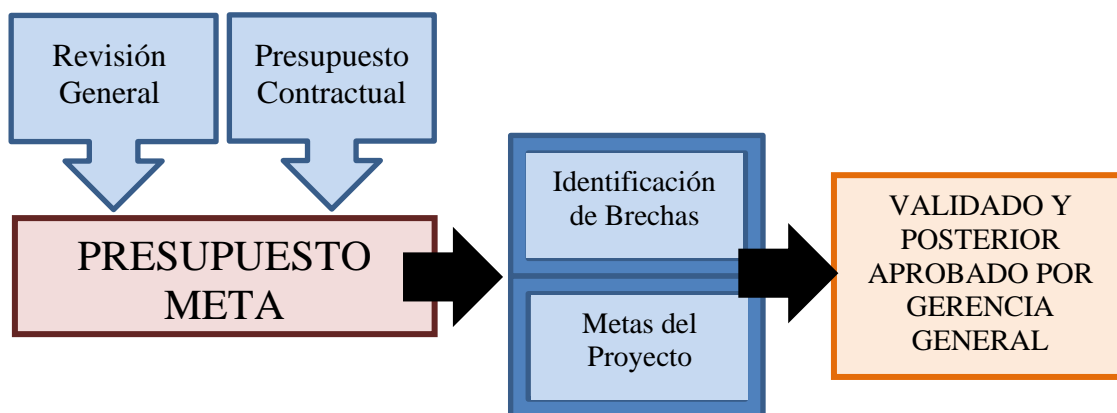
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se puede observar en la figura 78, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 5, el 46.67% de las obras de construcción establecen una línea base basándose también en la cuantificación de los trabajos previstos a ejecutar; mientras que el otro 53.33% de los encuestados declararon que no ejercían esta práctica tan importante para establecer una línea base que posteriormente les permita realizar una comparación de lo real con lo previsto.

El presupuesto meta es un entregable del proceso de planificación que nos permite calcular la cantidad de trabajo a ejecutar y recursos a consumir necesarios para la ejecución de una obra. Esta información es base para la configuración del Informe de Productividad que se utiliza como herramienta de administración y posterior control de productividad; una vez completada la configuración de esta herramienta, según la estructura de control y cantidades previstas se establece la línea base para la medición del desempeño de la productividad de trabajos y recursos previstos a ejecutar y consumir durante la realización de la obra.

**Figura 79**

*Esquema de la elaboración de un presupuesto meta.*



*Nota.* Elaboración propia.

En la figura 79, se observa el proceso de elaboración de un presupuesto meta, tiene la finalidad de identificar las brechas y metas del proyecto para posteriormente ser validado Gerencia General y finalmente aprobado en una reunión denominada “Reunión de Compromisos”. Es después de su aprobación cuando se hace la obtención de la información necesaria de trabajos previstos a ejecutar con el fin de instaurar la línea base para el control de la productividad en obra.

Respecto a la cuantificación de los trabajos previstos a ejecutar, se debe tener en cuenta que estos pueden sufrir modificaciones en el transcurso de avance de la obra. Las modificaciones pueden deberse a cambios en el alcance inicial como deductivos, adicionales, o cambios en estrategias de ejecución de alguna actividad; por estos motivos se deduce que los trabajos previstos a ejecutar están expuestos a cambios constantes y al estos modificarse disminuyen o incrementan las cantidades de la línea base inicial y con estas, las ratios.

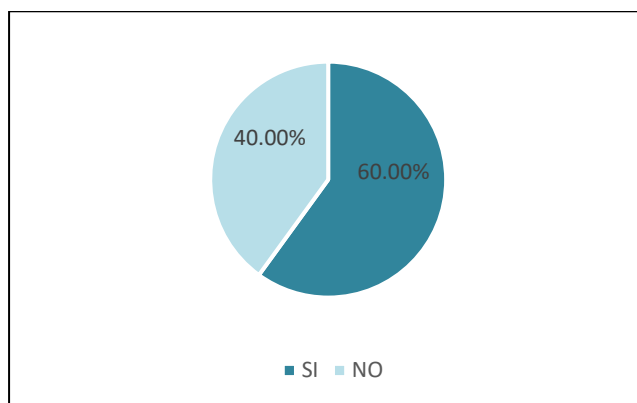
**Uso de los recursos previstos a consumir como línea base para medir el rendimiento de la productividad de las obras.** El sector construcción es muy variable, por lo que se necesita una evaluación de la productividad en las obras de manera constante para, de esta manera, realizar la aplicación de medidas preventivas y correctivas según sea el caso.

Con este fin, es necesario el establecer una línea base con información de trabajos previstos a ejecutar y recursos previstos a consumir para posteriormente, hacer la comparación de la productividad prevista (proyectada) con la productividad real en campo.

Las variaciones que se presentaron de los recursos previstos a consumir con los que realmente se consumieron es consecuencia de una mala gestión. Los principales problemas fueron el desconocimiento de estos recursos previstos de acuerdo al avance o desarrollo de la obra y la cuantificación de estos. Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente. Además, a través de la lista de chequeo se evidenció que esta obtención de la información de los recursos previstos y su cuantificación se efectuaba parcialmente, es decir, solo con algunas partidas del presupuesto y no al 100% de las mismas como tenía que hacerse.

### Figura 80

*Respuesta de la pregunta 6 “Obtiene la información de recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra”.*



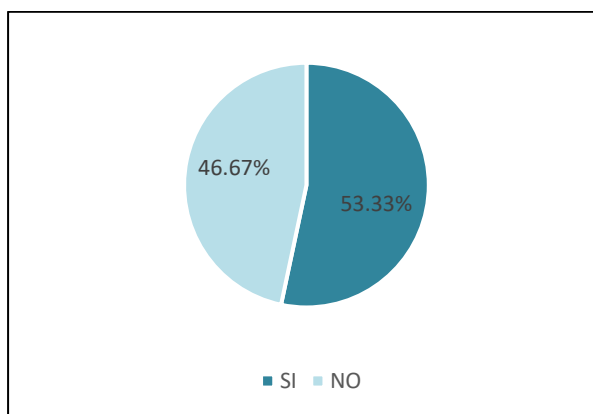
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 80, el 60% de las obras obtienen la información de los recursos previstos a consumir del presupuesto de obra, esta información es extraída de los informes de insumos elaborados por la oficina técnica. Por otro lado, el 40% de los jefes de

producción y oficina técnica, no obtienen la totalidad de la información de recursos previstos, por lo que la herramienta de control de productividad (Informe de Productividad) carecía de la información completa.

### **Figura 81**

*Respuesta de la pregunta 7 “Cuantifica los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

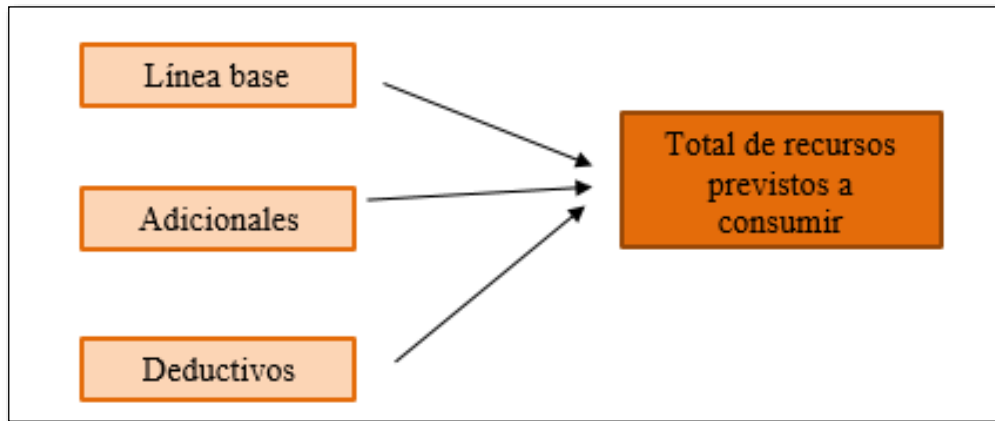
Como se puede observar en la figura 81, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 7, el 53.33% de las obras de construcción realizan la cuantificación de los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra, en estas obras no se tuvieron problemas de análisis para controlar y mejorar la productividad prevista. El otro 46.67% tuvo problemas significativos desde la asignación de recursos hasta realizar el análisis de productividad pues no se cuantificaban los recursos previstos.

En cuanto a la cuantificación de los recursos previstos a consumir, se debe tener en cuenta que estos pueden sufrir modificaciones en el transcurso de avance de la obra. Las modificaciones pueden deberse a cambios en el alcance inicial como deductivos, adicionales, o cambios en estrategias de ejecución de alguna actividad; por estos motivos se deduce que los recursos previstos a consumir están expuestos a cambios constantes y al momento de

modificarse, disminuyen o incrementan las cantidades de la línea base inicial y con estas, los ratios meta.

### Figura 82

*Esquema de cuantificación de los recursos previstos a consumir.*



*Nota.* Elaboración propia.

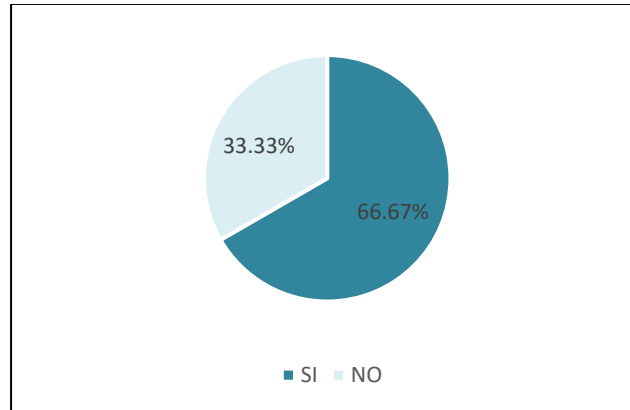
Como se observa en la figura 82, la cuantificación del total de recursos previstos a consumir, está conformada por lo establecido en la línea base, adicionales y deductivos que se presentan durante el desarrollo de la obra.

**Control del avance de obra y horas hombre como base para el cálculo de la productividad mediante una herramienta de control.** Una parte fundamental de la gestión de proyectos es el control. Una vez puesta en marcha la ejecución del proyecto, el Ingeniero Residente debe asegurar que cada trabajador dentro de este, cumpla con los trabajos que se le ha sido asignado y en el tiempo proyectado. A su vez, un buen control asegura el cumplimiento de la planificación, evitando que ningún trabajador de las cuadrillas se desvíe de la ruta marcada.

El control del avance de las actividades de la obra, contribuirá posteriormente con la configuración del Informe de Productividad (IP), que, en el caso de este estudio, se tomó en cuenta este informe con un periodo semanal.

**Figura 83**

*Respuesta de la pregunta 8 “Realiza un registro de control de avance agrupando y faseando las actividades”.*



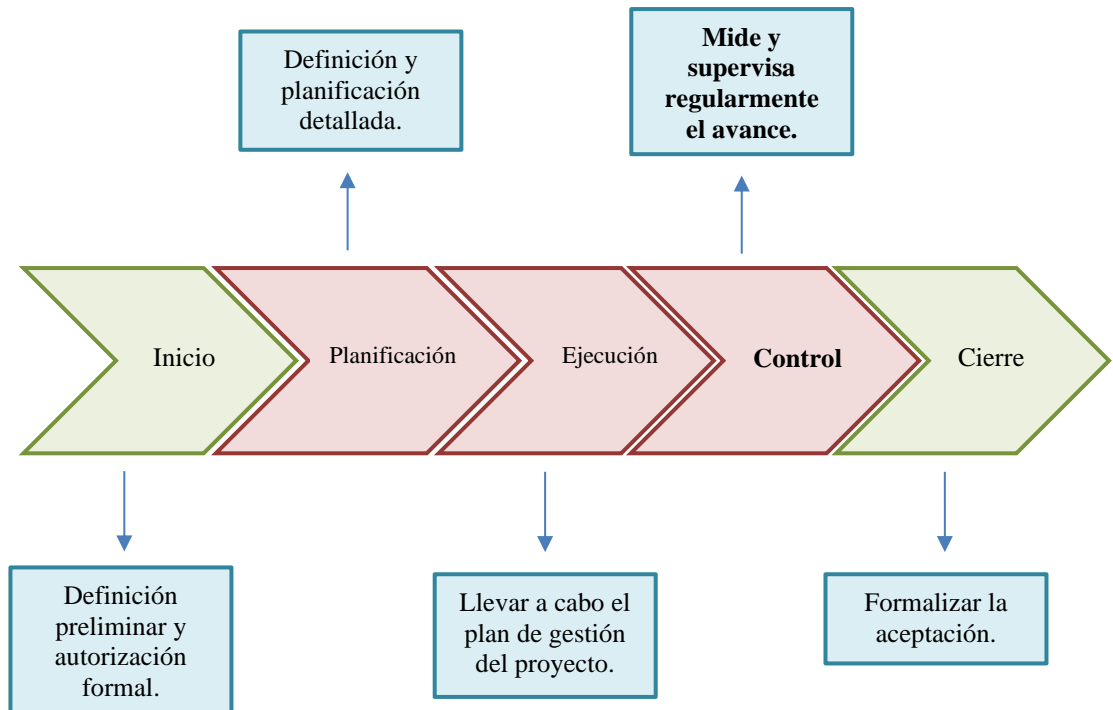
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 83, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 8, el 66.67% realiza un registro de control de avance agrupando y faseando las actividades; mientras que el otro 33.33% de las obras de construcción no lo hace. El principal problema encontrado es que, si bien se hace un control del avance de las actividades, no se realiza en la totalidad de las actividades (no al 100%). Es decir, solo se realiza tomando en cuenta algunas actividades específicas y el segundo inconveniente encontrado en los controles de avance es que no se realiza faseando las actividades, sino por separado, lo cual conlleva a una posterior complicación al momento de realizarse el análisis.

El Residente de obra es el encargado de llevar a cabo los controles de avance de obra junto con la oficina técnica, para esto establecen los lineamientos sobre los que se desarrollarán dichos controles.

**Figura 84**

*Ciclo de vida de un proyecto.*



*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 84, la etapa de control hace parte del ciclo de vida de cualquier proyecto. Este control de avance de la obra debe ser constante, puesto que las condiciones bases sobre las que se plantearon los presupuestos y cronogramas metas, están sujetas a cambio. Es indispensable que la información para llevar a cabo el control en obra, tiene que ser recolectada de manera eficiente, pues un mal monitoreo o informe podría verse reflejado en las 3 variables: costo, calidad y tiempo.

En cuanto al apartado del control de avance perteneciente a los Informes Semanales de Productividad de las 03 obras consideradas como muestra en el presente estudio, se estructuró de la siguiente manera:

**Figura 85**

*Registro de control de avance de la partida “Habilitación de acero” del Proyecto 01.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE		
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO
0200	Concreto Premezclado	m3	4.654,38	389,32	8,36%
0210	Encofrado	m2	74.972,62	6.332,91	8,45%
0220	Preparación de muros interiores	m2	62.669,51	1,00	0,00%
0240	Acabado de losa	m2	18.026,48	1.453,58	8,06%
0250	Habilitación de acero	Kg	212.337,88	19.406,59	9,14%
0260	Colocación de acero+malla	Kg	295.739,03	8.602,62	2,91%
0270	Muros de albañilería+techo ladrillo	m2	694,11	-	-
0280	Derrames	mL	13.267,89	185,53	1,40%

*Nota.* Elaboración propia.

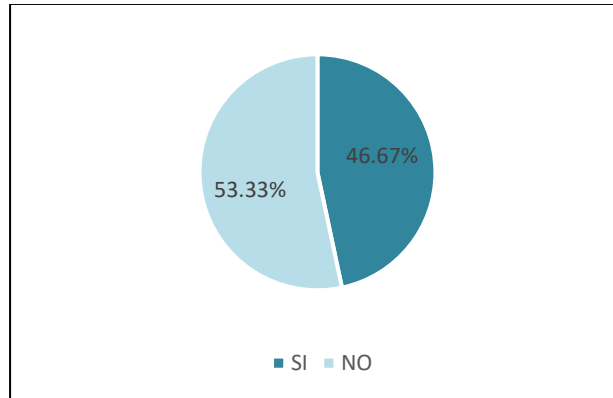
Como se observa en la figura 85, el apartado de avance está sub dividido en tres partes: el metrado total, el acumulado real y el % acumulado. El primero hace referencia a lo proyectado o previsto, a lo que debe realizarse; el acumulado real hace referencia a lo ejecutado realmente en obra y el % acumulado simplemente es la cantidad de lo planificado que va siendo ejecutado realmente con referencia a lo proyectado. La misma estructura de control de avance se consideró para los informes semanales de Productividad de los 03 proyectos. Cabe recalcar, que en el caso del Proyecto 03 las actividades no se encontraban agrupadas en las partidas de control; sin embargo, el problema logró solucionarse para facilitar la aplicación del estudio.

En cuanto al registro de control de horas hombre empleadas en todas las actividades, también está a cargo del Residente y el ingeniero de la oficina técnica. Estos deben asegurar el cumplimiento de la buena labor de sus trabajadores y junto con esto, evitar retrasos en la ejecución de las actividades que posteriormente representarían pérdidas económicas y de tiempo.



### Figura 86

*Respuesta de la pregunta 9 “Realiza un registro de control de horas hombre empleadas de todas las actividades”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 86, de acuerdo a los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 9, solo es 46.67% de las obras de construcción realizan el registro del control de las horas hombre de todas las actividades y el 53.33% no lo hace o lo hace de manera parcial, solo en el caso de algunas actividades o no durante toda la jornada laboral.

El Residente de obra es el encargado de llevar a cabo los controles de horas hombre empleadas por los trabajadores de acuerdo a la actividad que estos realicen. Este estudio lo hace en coordinación con el ingeniero de la oficina técnica, para esto establecen los lineamientos sobre los que se desarrollarán dichos controles.

**Figura 87**

*Registro de control de horas hombre de la partida “Encofrados” del Proyecto 02.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE		
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHs PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL
0013	Concreto Premezclado	m3	6.408,97	1.570,20	24,50%	4.012,02	982,95	960,00
0015	Habilitación de acero	Kg	241.063,67	95.736,22	39,71%	4.098,08	1.627,52	1.500,00
0016	Encofrado	m2	92.182,68	24.602,37	26,69%	42.855,73	11.437,64	13.700,00
0019	Revoques y enlucidos	m2	78.572,33	21.577,80	27,46%	5.026,63	1.380,98	1.370,03
0020	Tarrajados y derrames	m	11.804,00	4.279,05	36,25%	4.957,68	2.217,20	1.715,00
0022	Acabado de losa	m2	19.987,24	3.394,09	16,98%	9.993,62	1.697,05	1.575,00
0047	Colocación de acero	Kg	289.534,56	90.438,14	31,24%	7.672,67	2.396,61	2.385,00

*Nota.* Elaboración propia.

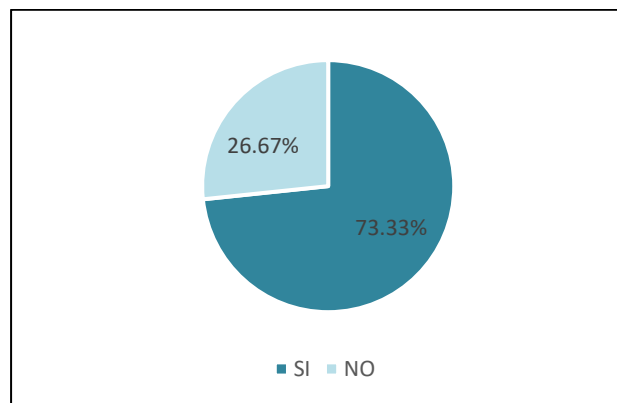
Como se observa en la figura 87, el apartado de horas hombre está sub dividido en tres partes: horas hombre totales (que hacen referencia a la línea base), horas hombre previstas acumuladas y un acumulado real. El primero está definido por la línea base definida a través del presupuesto meta, el segundo ítem está en base al acumulado real del avance y el tercer ítem son las horas hombre empleadas realmente. La misma estructura de control de horas hombre se consideró para los informes semanales de Productividad de los 03 proyectos.

**Empleo del Informe de Productividad (IP) como mecanismo de control de la productividad en obras.** El sector construcción es muy variable, por lo que se necesita una evaluación de la productividad en las obras de manera constante para, de esta manera, realizar la aplicación de medidas preventivas y correctivas según sea el caso. Con este fin, es necesario elaborar una estructura de administración y control de la productividad como es el Informe de Productividad; este nos permitirá calcular los rendimientos y las brechas en la mano de obra respecto a lo proyectado o planificado inicialmente.

Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente.

### **Figura 88**

*Respuesta de la pregunta 10 “Elabora un Informe Semanal de Productividad de mano de obra (ISP)”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 88, de acuerdo a los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 10, el 73.33% de las obras de construcción elaboran un Informe Semanal de Productividad de todas las actividades, que les permita el control de la productividad con el fin de identificar partidas o actividades con baja productividad y una posterior evaluación de estas. Por otro lado, el 26.67% no lo hace o lo hace de manera parcial, es decir, solo en el caso de algunas actividades.

Para el presente estudio y con el fin de obtener valores más exactos, el periodo del informe empleado es semanal, por lo que es un ISP (Informe Semanal de Productividad). Para la conformación de este, se deben realizar mediciones generales de todas las actividades (todo el proyecto global) y así, poder identificar la distribución de la ocupación del tiempo en cada una de las actividades. De encontrarse actividades con baja productividad se deberá

aplicar Cartas Balance para lograr la mejora de los índices de productividad mediante medidas preventivas o correctivas.

**Figura 89**

*Informe Semanal de Productividad de la partida “Solaqueos” del Proyecto 03.*

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PRODUCTIVIDAD (RATIO)		G Y P
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHS PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL	LÍNEA BASE	ACUMULADO REAL	
0300	Concreto Premezclado	m3	8.457,12	2.340,60	27,68%	6.024,58	1.465,22	1.430,28	0,6260	0,6111	34,94
0320	Encofrado	m2	79.854,30	19.830,25	24,83%	35.656,90	9.219,08	9.209,00	0,4649	0,4644	10,08
0330	Acabado de losa	m2	19.254,00	4.602,37	23,90%	9.850,00	2.301,19	2.250,32	0,5000	0,4889	50,86
0340	Habilitación de acero	Kg	265.448,52	91.660,90	34,53%	4.502,46	1.558,24	1.527,05	0,0170	0,0167	31,19
0350	Colocación de acero	Kg	296.516,34	87.279,16	29,43%	7.890,58	2.312,90	2.291,84	0,0265	0,0263	21,06
0360	Muros de albañilería	m2	61.542,00	8.480,93	13,78%	17.005,00	2.383,14	2.350,20	0,2810	0,2771	32,94
0370	Solaqueos	mL	14.857,87	1.087,65	7,32%	2.985,13	456,81	855,76	0,4200	0,7868	-398,95
<b>Total</b>						<b>83.914,65</b>	<b>19.696,57</b>	<b>19.914,45</b>			<b>-217,88</b>
											<b>Eficiencia</b>
											<b>98,9%</b>

*Nota. La estructura del Informe Semanal de Productividad se podrá ver con más detalle en los documentos anexados. Elaboración propia.*

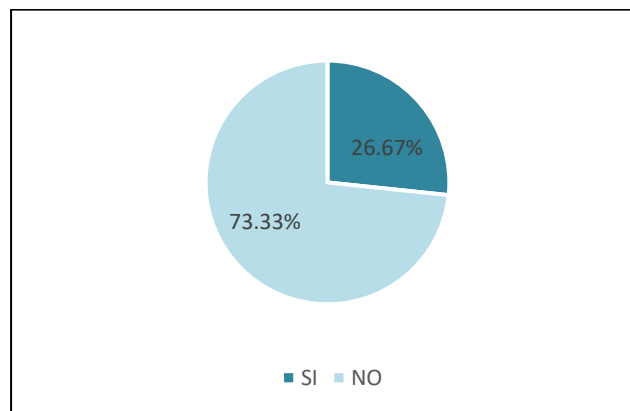
Como se puede observar en la figura 89, la estructura del Informe Semanal de Productividad (ISP) está conformado por toda la información antes expuesta (partidas de control, control de avance y control de horas hombre); adicionalmente, cuenta con un ítem del cálculo de la productividad, otro de ganadas y perdidas y un posterior cálculo de eficiencia. El mismo formato fue utilizado en los 03 proyectos con el fin sintetizar la información del control de la productividad.

**Toma de medidas correctivas para contrarrestar los desfases de resultados de productividad en obra.** El sector construcción es muy variable, por lo que se necesita una evaluación de la productividad en las obras de manera constante para, de esta manera, realizar la aplicación de medidas preventivas y correctivas según sea el caso. En el caso del presente estudio, la evaluación de la productividad de mano de obra, se realizó por medio de la aplicación de Cartas Balance.

La Carta Balance es una metodología de diagnóstico de la distribución de los trabajos realizados por el personal de una cuadrilla de trabajo. La aplicación de esta metodología en ciertas actividades, dependerá directamente de los resultados de los Informes Semanales de Productividad (ISP). Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente.

### Figura 90

*Respuesta de la pregunta 11 “Utiliza una metodología para tomar acción inmediata cuando los resultados no son los esperados”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 90, de acuerdo a los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 11, solo el 26.67% de las obras de construcción utilizan una metodología para tomar acción inmediata cuando los resultados proyectados no son los esperados y que les permita minimizar la diferencia de resultados lo máximo posible aumentando la productividad. Por otro lado, el otro 73.33% no lo hace o lo hace de manera parcial, es decir, solo en el caso de algunas actividades. Se encontró que si bien existe mayor porcentaje de obras que realizan los Informes de Productividad, su análisis concluye en ese paso y se aplican solo medidas preventivas y sin un análisis previo.

Las medidas correctivas fueron aplicadas de manera inmediata durante la ejecución de las actividades analizadas, donde a través de cada aplicación se resolvían eficazmente los inconvenientes o causas que afectaban la productividad de los recursos semana a semana, para ello se implementaron gráficos que nos permitan realizar el seguimiento y monitoreo de la evolución de la productividad que se presentarán posteriormente.

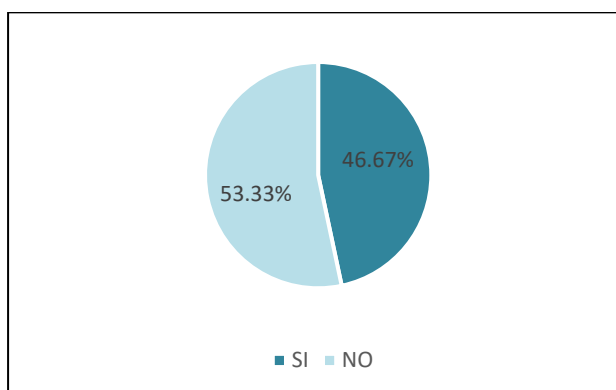
**La eficiencia como parte del análisis de productividad de la mano de obra.** A pesar de que la industria de la construcción, en la actualidad, es un importante generador de crecimiento económico, se evidencia un déficit considerable de eficiencia en gran porcentaje de los proyectos de construcción civil.

Las empresas constructoras procuran que los flujos monetarios sean los suficientes para cumplir obligaciones a corto plazo, esto asegura una ejecución de acuerdo a lo planificado en el cronograma. A la vez, para esto cumplirse, la disponibilidad de recursos a corto plazo también debe ser la suficiente para cubrir las demandas de fondo a corto plazo, estas se denominan financieramente “Capital de Trabajo”. Mediante un buen control de eficiencia de los recursos, se puede realizar un control de la eficiencia de la mano de obra también.

De acuerdo a los datos obtenidos, las obras de construcción presentan problemas para obtener la eficiencia acumulada en la herramienta de medición de productividad (Informe Semanal de Productividad), esto debido a que no se controlaron todos los recursos, limitándose a controlar solo los recursos de la especialidad de Estructuras agrupados en su mayoría en partidas de concreto, encofrado y acero y algunas de la especialidad de Arquitectura como solaqueo o derrames. Esto genera un desfase en el control de la eficiencia de la mano de obra mediante las horas hombre ejecutadas por cada trabajador, pues no se tiene una línea base con la cual contrastar la información que se va obteniendo de la eficiencia obtenida durante la ejecución de la obra, con la eficiencia planificada.

### Figura 91

*Respuesta de la pregunta 12 “Calcula la eficiencia acumulada de la mano de obra”.*



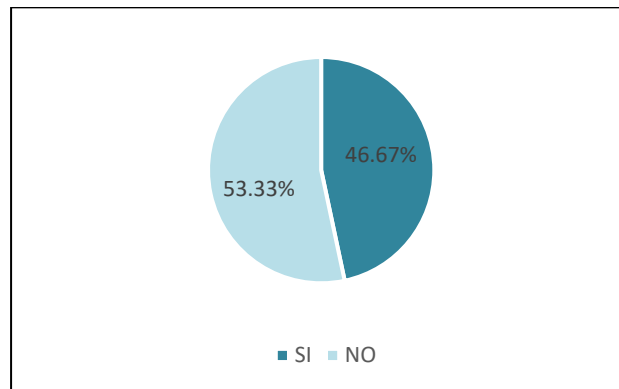
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 91, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 12, solo el 46.67% de las obras calculan la eficiencia acumulada de la mano de obra como parte del análisis de productividad, para posteriormente tomar medidas correctivas que contribuyan a mejorar la ejecución de los procesos constructivos, de tal manera que incremente la eficiencia de la mano de obra en los mismos. Asimismo, el otro 53.33% aseveró que desconocían la eficiencia de la mano de obra presente en sus proyectos, esto se debía a que no tenían medida la productividad de todas sus partidas en ejecución sino solo de algunas de ellas, por tanto y al no contar con el valor del factor eficiencia sincerado presentaron problemas para alcanzar la productividad proyectada en el presupuesto meta.

Cuando se habla de la eficiencia saldo de la mano de obra, se hace referencia a la eficiencia en base a las semanas que faltan para concluir la obra, para este cálculo, se toma en cuenta las horas previstas y proyectadas totales. Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente.

### Figura 92

*Respuesta de la pregunta 13 “Calcula la eficiencia saldo de la mano de obra”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

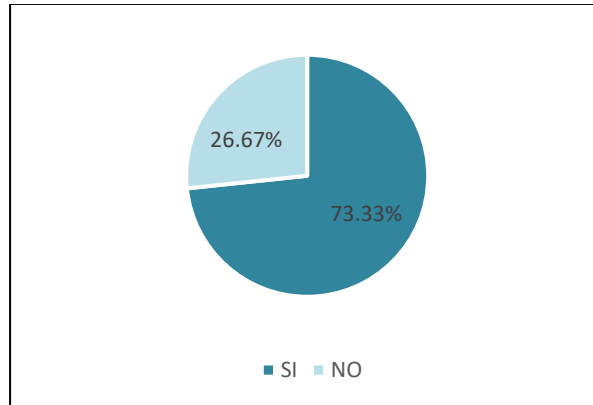
Como se observa en la figura 92, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 13, solo el 46.67% de las obras calculan la eficiencia saldo de la mano de obra como parte del análisis de productividad, para posteriormente tomar medidas correctivas que contribuyan a mejorar la ejecución de los procesos constructivos, de tal manera que incremente la eficiencia de la mano de obra en los mismos. Asimismo, el otro 53.33% aseveró que desconocían la información de la eficiencia saldo de la mano de obra presente en sus proyectos, esto se debía a que no tenían medida la productividad de todas sus partidas en ejecución sino solo de algunas de ellas, por tanto y al no contar con el valor del factor eficiencia sincerado presentaron problemas para alcanzar la productividad proyectada en el presupuesto meta.

Cuando se habla de la eficiencia de la mano de obra proyectada al cierre, se hace referencia a la eficiencia proyectada en el fin de la ejecución. Esta proyección se realizó en la etapa de planificación. Esta información debe ser procesada y analizada por el área de producción y de la oficina técnica bajo órdenes del Ingeniero Residente pues son estas áreas las encargadas de los procesos de control y de las operaciones respectivamente.



### Figura 93

*Respuesta de la pregunta 14 “Calcula la eficiencia al cierre de obra de la mano de obra”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 93, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 14, el 73.33% de las obras calculan la eficiencia de la mano de obra al cierre de obra como parte del análisis de productividad, para posteriormente tomar medidas correctivas y mitigantes para disminuir la diferencia de los valores de eficiencia reales y proyectados. Asimismo, el otro 26.67% aseveró que desconocían la información real de la eficiencia al cierre de obra de la mano de obra presente en sus proyectos, pues en la etapa de planificación, estos valores habían sido modificados mediante cambios en los recursos previsto sin realizarse un previo análisis de condiciones que se fueron presentando a lo largo de la ejecución del proyecto; por tanto, los valores de la eficiencia proyectada al cierre de la obra no estaban sincerados.

Con el fin de demostrar la relación causal directamente proporcional entre la aplicación de la Carta Balance se presentan los resultados de la evolución de la eficiencia antes, durante y después de haberse aplicado las medidas correctivas pertinentes en las actividades de los 03 Proyectos pertenecientes a la muestra.

Como se sabe, la actividad del Proyecto 01 identificada con baja productividad fue “Habilitación de acero”, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 94**

*Cuadro de cálculo de la eficiencia acumulada, saldo y al cierre de obra de la mano de obra del Proyecto 01.*

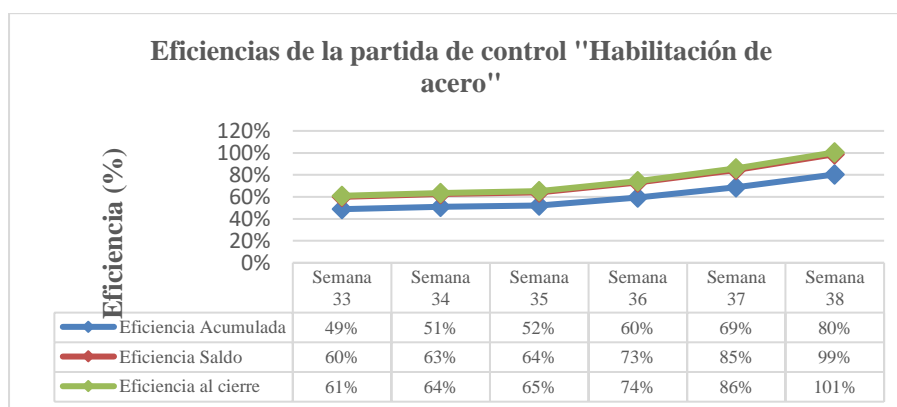
			ACUM SEMANA ACTUAL		
			HH GANADAS Y PERDIDAS		
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	TOTAL PROY A FIN DE OBRA
0200	CONCRETO PREMEZCLADO	M3	2,26	-0,08	2,18
0210	ENCOFRADO	M2	13,17	0,31	14,08
0220	PREPARACION DE MUROS INTERIORES	M2	-36,00	0,00	-36,00
0240	ACABADO DE LOSA	M2	4,39	-0,13	4,26
0250	HABILITACIÓN DE ACERO	KG	-277,51	-40,46	-317,37
0260	COLOCACION DE ACERO + MALLA	KG	-155,33	-26,01	-181,34
0270	MUROS DE ALBAÑILERÍA + TECHO LADRILLO	M2	-	-	-
0280	DERRAMES	ML	0,92	0,10	1,02
			<b>-508,09</b>	<b>-65,67</b>	<b>-573,76</b>
			<b>Eficiencia</b>		
			<b>87,5%</b>	<b>97,0%</b>	<b>98,0%</b>

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 94, el cálculo de las eficiencias se realiza con los datos de todas las actividades controladas mediante el Informe Semanal de Productividad. El resultado de la eficiencia acumulada para el Proyecto 01 fue de 87.5%, eficiencia proyectada al saldo 97.0% y al cierre de obra 98.0%.

**Figura 95**

*Gráfico comparativo del comportamiento de la eficiencia antes, durante y después de la aplicación de la Carta Balance del Proyecto 01.*



Nota. Elaboración propia.

Para el caso del gráfico comparativo de las eficiencias durante las semanas 35, 36, 37 y 38 (semanas que duró el estudio del Proyecto 01), se realizó en base a la evolución de la eficiencia de la partida identificada con baja productividad, específicamente. Esto, con la finalidad de poder observar el comportamiento de la eficiencia posterior a la aplicación de las medidas correctivas en la ejecución de esta actividad. Se consideraron las semanas anteriores a la aplicación de las medidas correctivas semana 33 y 34.

Como se sabe, la actividad del Proyecto 02 identificada con baja productividad fue “Encofrados”, los resultados se presentan a continuación:

### Figura 96

*Cuadro de cálculo de la eficiencia acumulada, saldo y al cierre de obra de la mano de obra del Proyecto 02.*

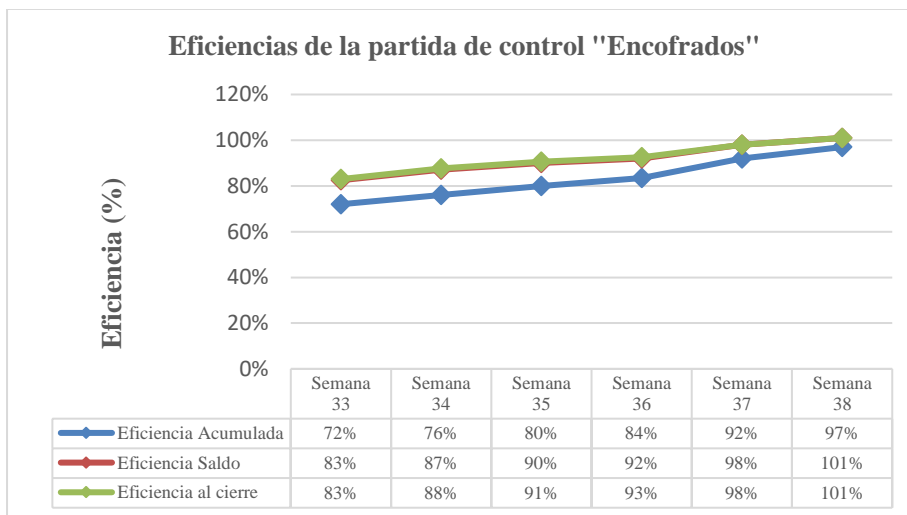
			ACUM SEMANA ACTUAL		
			HH GANADAS Y PERDIDAS		
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	TOTAL PROY A FIN DE OBRA
0013	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	22,95	0,00	22,95
0015	HABILITACIÓN DE ACERO	kg	127,52	-0,00	127,51
0016	ENCOFRADO	m2	-2.262,36	0,00	-2.262,36
0019	REVOQUES Y ENLUCIDOS	m2	10,35	-0,55	10,40
0020	TARRAJEOS Y DERRAMES	m	502,20	-420,00	82,20
0022	ACABADO DE LOSA	m2	122,05	0,00	122,05
0047	COLOCACIÓN DE ACERO	kg	11,61	0,00	11,61
			<b>-1.465,09</b>	<b>-420,55</b>	<b>-1.885,64</b>
			<b>Eficiencia</b>		
			<b>93,7%</b>	<b>99,3%</b>	<b>99,9%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 96, el cálculo de las eficiencias se realiza con los datos de todas las actividades controladas mediante el Informe Semanal de Productividad. El resultado de la eficiencia acumulada para el Proyecto 02 fue de 93.7%, eficiencia proyectada al saldo 99.3% y al cierre de obra 99.9%.

**Figura 97**

*Gráfico comparativo del comportamiento de la eficiencia antes, durante y después de la aplicación de la Carta Balance del Proyecto 02.*



*Nota.* Elaboración propia.

Para el gráfico comparativo de los resultados de las eficiencias de la actividad “Encofrados” las semanas que duró el estudio del Proyecto 02 fueron 36,37 y 38 y de igual manera se hizo en base a la evolución de la eficiencia de la partida identificada con baja productividad, específicamente. Esto, con la finalidad de poder observar el comportamiento de la eficiencia posterior a la aplicación de las medidas correctivas en la ejecución de esta actividad. Se consideraron las semanas anteriores a la aplicación de las medidas correctivas semana 33 y 34 y 35.

Como se sabe, la actividad del Proyecto 03 identificada con baja productividad fue “Solaqueos”, los resultados se presentan a continuación:

**Figura 98**

*Cuadro de cálculo de la eficiencia acumulada, saldo y al cierre de obra de la mano de obra del Proyecto 03.*

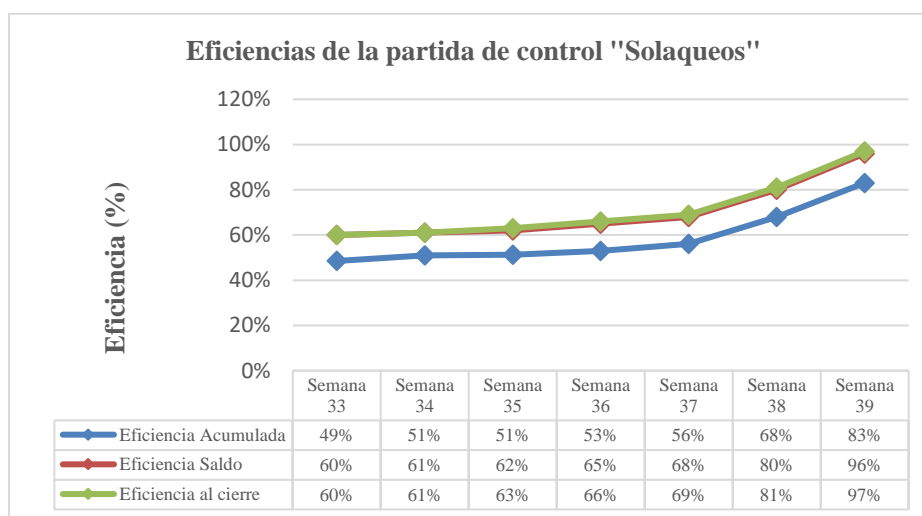
			ACUM SEMANA ACTUAL		
			HH GANADAS Y PERDIDAS		
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UMD	ACUMULADO REAL	PROTECTADO PARA EL SALDO	TOTAL PROY A FIN DE OBRA
0300	CONCRETO PREMEZCLADO	m3	34,94	202,15	237,09
0320	ENCOFRADO	m2	10,08	-364,39	-354,31
0330	ACABADO DE LOSA	m2	50,86	53,30	104,17
0340	HABILITACION DE ACERO	Kg	31,19	-3,51	27,68
0350	COLOCACION DE ACERO	Kg	21,06	3,68	30,74
0360	MUROS DE ALBAÑILERIA	m2	32,94	-39,73	-6,79
0370	SOLAQUEOS	mL	-398,95	-17,34	-416,28
			<b>-217,88</b>	<b>-159,83</b>	<b>-377,71</b>
			<b>Eficiencia</b>		
			<b>98,9%</b>	<b>99,6%</b>	<b>100,0%</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 98, el cálculo de las eficiencias se realiza con los datos de todas las actividades controladas mediante el Informe Semanal de Productividad. El resultado de la eficiencia acumulada para el Proyecto 03 fue de 98.9%, eficiencia proyectada al saldo 99.6% y al cierre de obra 100.0%.

**Figura 99**

*Gráfico comparativo del comportamiento de la eficiencia antes, durante y después de la aplicación de la Carta Balance del Proyecto 03.*



*Nota.* Elaboración propia.

Para el gráfico comparativo de los resultados de las eficiencias de la actividad “Encofrados” las semanas que duró el estudio del Proyecto 03 fueron 36,37 y 38 y 39; de igual manera se hizo en base a la evolución de la eficiencia de la partida identificada con baja productividad, específicamente. Esto, con la finalidad de poder observar el comportamiento de la eficiencia posterior a la aplicación de las medidas correctivas en la ejecución de esta actividad. Se consideraron las semanas anteriores a la aplicación de las medidas correctivas semana 33 y 34 y 35. Cabe recalcar que la mejora de las eficiencias de esta actividad es más notoria en las semanas 38 y 39, pues las medidas correctivas fueron aplicadas la semana 37 y la segunda Carta Balance fue aplicada la semana 39 y no solo una semana después como en los proyectos anteriores.

Mediante los datos presentados anteriormente se puede observar el efecto de la aplicación de la Carta Balance en la eficiencia de las actividades “Habilitación de acero”, “Encofrados” y “Solaqueos”; pues se evidencia una mejora en la eficiencia después de haberse desarrollado el estudio.

***Efecto de la aplicación de la Carta Balance sobre la ratio real en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.***

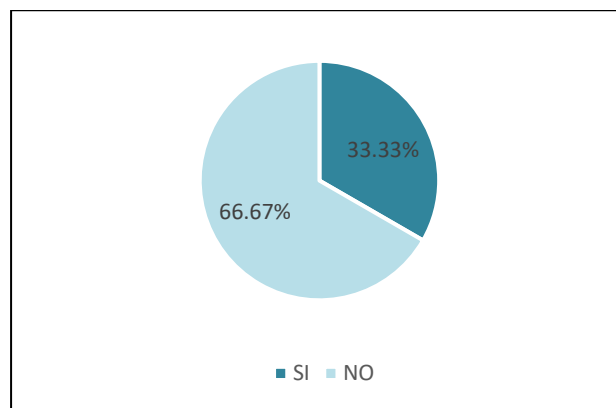
En este tercer apartado demostraré que existe una relación causal significativa entre la aplicación de la Carta Balance sobre las ratios reales en la productividad de las obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, dado que, de acuerdo a los resultados provenientes de la lista de chequeo aplicada se muestra una tendencia de mejora al utilizar la Carta Balance como metodología o mecanismo de control de actividades que permiten mejorar la ratio real y consecuentemente la productividad y rentabilidad de las empresas constructoras.

**Principales problemas de alcanzar ratios reales más eficientes a los previstos en el presupuesto de las obras en el distrito de Bellavista.** De acuerdo a los datos obtenidos,

las obras de construcción presentan problemas para obtener las ratios metas o acumuladas en la herramienta de medición de productividad (Informe Semanal de Productividad), esto debido a que no se controlaron todos los recursos, limitándose a controlar solo los recursos de la especialidad de Estructuras agrupados en su mayoría en partidas de concreto, encofrado y acero y algunas de la especialidad de Arquitectura como solaqueo o derrames. Esto ocasiona un desfase al momento de estructurar el Informe de Productividad, pues los recursos que realmente se consumen son asignados a cualquier partida, provocando posteriores problemas para los cálculos y cumplimiento de las ratios.

### Figura 100

*Respuesta de la pregunta 15 “Calcula ratio real semanal de la mano de obra”.*



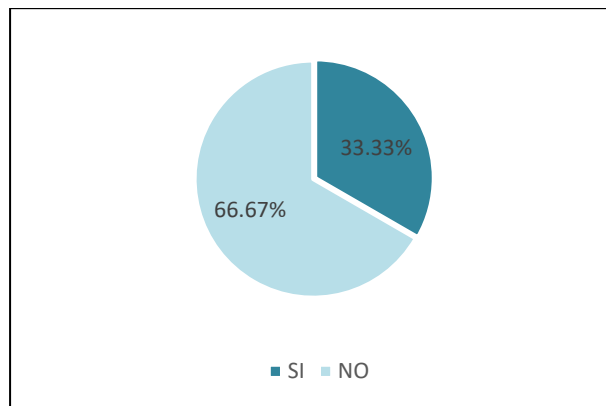
*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 100, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 15, solo el 33.33% de las obras calculan la ratio real semanal como parte del análisis de productividad, para posteriormente tomar medidas correctivas y mitigantes para disminuir la diferencia de los valores de ratios reales y proyectadas. Por otro lado, el 66.67% de los encuestados, aseveró que desconocían la información esta ratio real semanal. Los semanales, además, sirvieron para conocer la productividad alcanzada en los últimos 6 días hábiles de trabajo, así como conocer los resultados que se obtuvieron como consecuencia de las acciones correctivas tomadas dos semanas antes.

En cuanto al cálculo de los ratios reales acumulados de la mano de obra, estos sirvieron para conocer el comportamiento de la productividad hasta que finalice el avance de la actividad.

### **Figura 101**

*Respuesta de la pregunta 16 “Calcula ratio real acumulado de la mano de obra”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 101, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 16, solo el 33.33% de las obras calcula el ratio real acumulado como parte del análisis de productividad, para posteriormente tomar medidas correctivas y mitigantes para disminuir la diferencia de los valores de ratios reales y proyectadas. Por otro lado, el 66.67% de los encuestados, aseveró que desconocían la información del ratio real acumulado.

El no considerar los cambios en los trabajos a ejecutar y recursos a consumir ocasionan que sea más difícil cumplir las ratios meta, pues el efecto de las omisiones incrementa la cantidad de recursos consumidos y no se reconoce más trabajo ejecutado, por tanto, el ratio real se vuelve cada vez más improductivo.

Con el fin de demostrar la relación causal significativa entre la aplicación de Carta Balance y las ratios de productividad, se presentarán las gráficas comparativas de las ratios de productividad que incluyan semanas antes de realizarse el estudio y el efecto de este en las semanas posteriores; cabe recalcar que el estudio empezó la Semana 35 y finalizó a

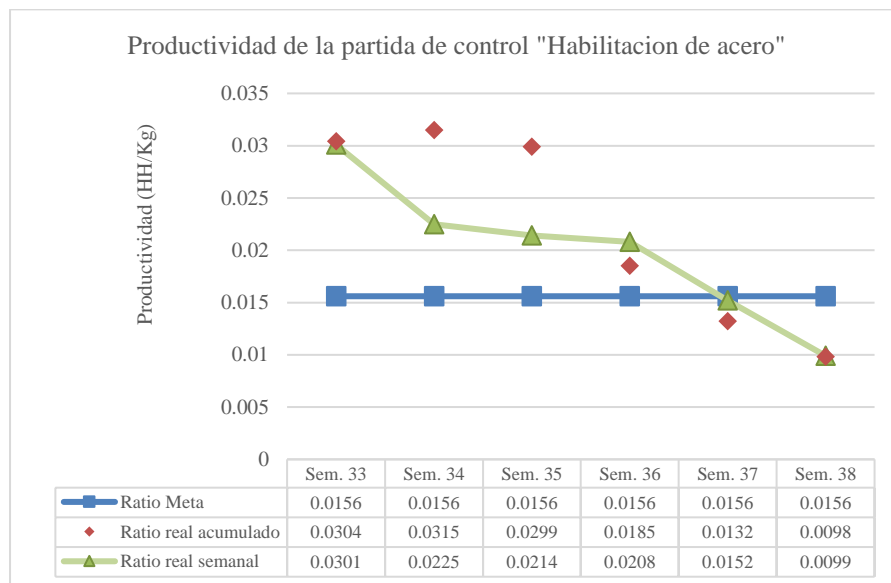


principios de la Semana 39 aunque esto variará según sea el caso. La semana 37 fue empleada para el procesamiento de datos.

En el caso de “Habilitación de acero” los resultados de productividad por medio de las ratios fueron los siguientes:

### Figura 102

*Gráfico comparativo de las ratios de productividad de la actividad “Habilitación de acero” y la línea base de ratio de la actividad.*



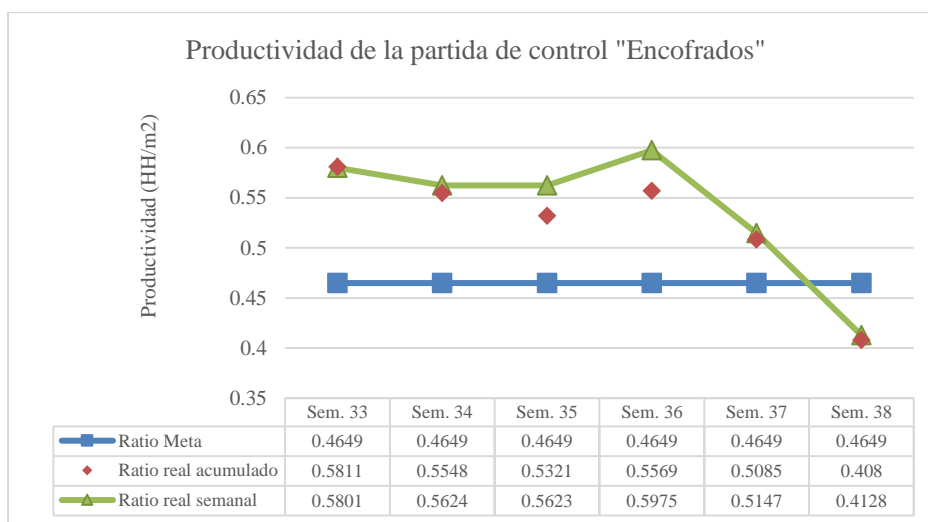
*Nota.* Elaboración propia.

En la figura 102, podemos observar las ratios de productividad de la actividad “Habilitación de acero” antes de que realizara el estudio (Semanas 33 y 34), durante la realización del estudio (35,36 y 37) y posterior a la realización de este (Semana 38). Debemos tener en cuenta que los valores de las ratios y la productividad en sí, tienen una relación inversamente proporcional, por lo que cuanto menos sea el valor de la ratio, mayor es la productividad. Como se visualiza en la figura, la semana 38 (semana evaluada después de la implementación de las medidas correctivas) muestran una mejora de la productividad pues los valores de las ratios disminuyen.

En el caso de “Encofrados” los resultados de productividad por medio de las ratios fueron los siguientes:

### Figura 103

Gráfico comparativo de las ratios de productividad de la actividad “Encofrados” y la línea base de ratio de la actividad.



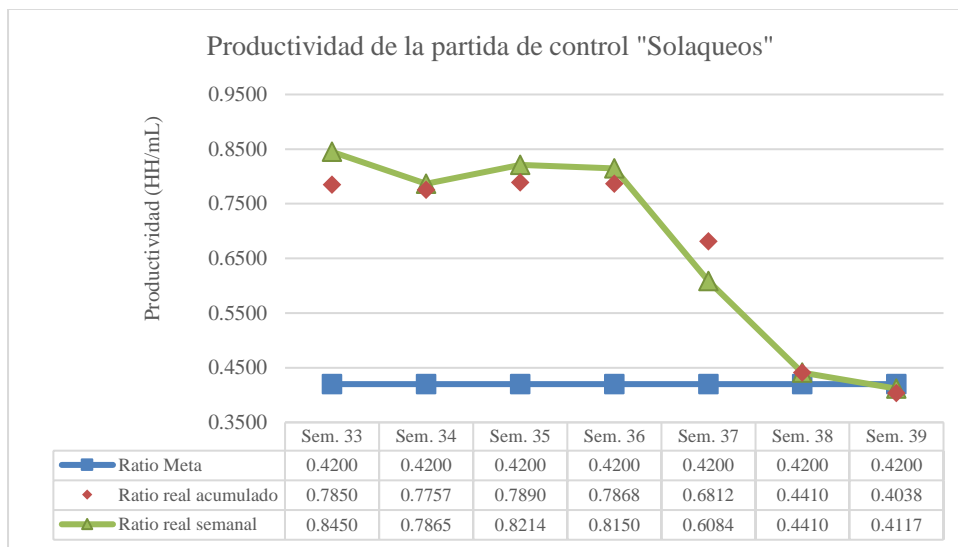
Nota. Elaboración propia.

En la figura 103, podemos observar las ratios de productividad de la actividad “Encofrados”. En este caso el estudio se había iniciado con la toma de datos en el anterior proyecto la Semana 35, sin embargo, el muestreo para la realización de la Carta Balance en esta actividad recién se realizó la Semana 36 ya que se trataba de otro proyecto. Debemos tener en cuenta que los valores de las ratios y la productividad en sí, tienen una relación inversamente proporcional, por lo que cuanto menos sea el valor de la ratio, mayor es la productividad. Como se visualiza en la figura, la semana 38 (semana evaluada después de la implementación de las medidas correctivas) muestran una mejora de la productividad pues los valores de las ratios disminuyen.

En el caso de “Solaqueos” los resultados de productividad por medio de las ratios fueron los siguientes:

**Figura 104**

*Gráfico comparativo de las ratios de productividad de la actividad “Solaqueos” y la línea base de ratio de la actividad.*



*Nota.* Elaboración propia.

En este caso y como se observa en la figura 104, las semanas consideradas anteriores al estudio fueron las 33, 34 y 35 pues la toma del muestreo en campo en este proyecto se realizó la Semana 36. Aunque la semana muestreada después de la implementación de las medidas correctivas fue la semana 39, la mejora en la productividad se puede observar desde las semanas 37 y 38. Esto se debe a que las medidas correctivas fueron comunicadas la Semana 37 a los 03 proyectos. De igual manera debe tenerse en cuenta que los valores de las ratios y la productividad en sí, tienen una relación inversamente proporcional, por lo que cuanto menos sea el valor de la ratio, mayor es la productividad.

A través de los resultados presentados anteriormente, queda demostrado que, efectivamente existe una relación causa-efecto entre la aplicación de Carta Balance y la mejora de la ratio real de las obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista. Es decir, la aplicación de la Carta Balance automáticamente afectaría de manera positiva las ratios reales de las obras.

Adicionalmente a esto, queda demostrada una relación directamente proporcional entre el trabajo productivo y la productividad como se indica en el primer apartado. Es decir, de mejorar los porcentajes de trabajo productivo en una obra, automáticamente mejorará la productividad. Al mismo tiempo, se demostró que el control de los trabajos productivos en un proyecto se hace a través de la medición y planes de mitigación para los trabajos contributorios y no contributorios.

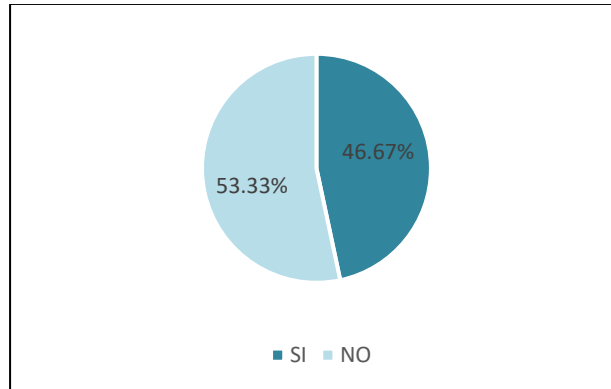
***Rendimientos reales y rendimientos proyectados como base del análisis de productividad en las obras.***

En este tercer apartado se demostrará la importancia del cálculo de los rendimientos reales y rendimientos proyectados con la finalidad de que, a través estos, se determine el nivel de productividad existente en obra.

La determinación de la cantidad de equipos y materiales necesarios para ejecutar un proyecto y la estimación de costos de estos, es sencillo de realizar en la mayoría de casos. Sin embargo, al instante de pretender calcular los valores de cantidades y costos de la mano de obra se pueden presentar problemas por la falta de información de los valores de rendimientos. Esto puede provocar errores que, posteriormente, se verán reflejados a través de una mala programación y mal análisis de costos unitarios y a largo plazo pérdidas económicas significativas para las empresas constructoras.

**Figura 105**

*Respuesta de la pregunta 17 “Realiza una comparación de rendimientos reales y rendimientos esperados de la mano de obra”.*



*Nota.* Elaboración propia basada en los resultados de la lista de chequeo aplicada.

Como se observa en la figura 105, según los resultados de la lista de chequeo para la pregunta 17, solo el 46.67% de las obras realizan la comparación de rendimientos reales (en obra) y los rendimientos esperados (proyectados) de sus trabajadores, esta comparación les ayuda a controlar el nivel de productividad de sus cuadrillas y prevenir posteriores pérdidas. Sin embargo, el otro 53.33% de los profesionales encuestados manifiestan que no realizan esta comparación y solo se guían de lo proyectado en los análisis de costos unitarios; lo que no les permite hacer una evaluación de productividad con valores sincerados.

En cuanto a los 03 proyectos muestra de la presente investigación, se realizaron los cálculos de rendimientos esperados y reales de acuerdo a lo planteado en sus análisis de precios unitarios y la información real obtenida en campo. Los resultados de rendimiento de cada proyecto se presentan a continuación, siguiendo el orden: proyecto 01, proyecto 02 y proyecto 03, separados por ítems.

**Proyecto 01.** Se presentan los resultados de rendimientos de la actividad analizada “Habilitación de acero”

**Figura 106**

*Rendimiento y productividad de la mano de obra según el expediente técnico de la actividad “Habilitación de acero”.*

PRODUCTIVIDAD SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA				
Productividad-Rendimiento-Velocidad				
Actividad:	Habilitación de acero	NºHoras:	2	
Cuadrilla:	2 operarios + 2 oficiales	NºCuadrillas:	2	
Rendimiento:	600 kg/día	8hrs.		
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE HABILITACION DE ACERO				
Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (Kg)	Rendimiento	Velocidad
T	MO	A	$P=A/(T*MO)$	$V=A/T$
2,00	4,00	150,00	18,75	75,00

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 106, el rendimiento de la mano de obra de la actividad “Habilitación de acero” debió haber sido de 600Kg/día para una cantidad de 2 cuadrillas con 2 obreros cada una, considerándose además un tiempo de jornada de 8hrs. El resultado del rendimiento de las 2 horas muestreadas según el expediente técnico debió haber sido de 150 Kg.

**Figura 107**

*Rendimiento y productividad real de la mano de obra de la actividad “Habilitación de acero”.*

PRODUCTIVIDAD REAL DE OBRA					
Productividad-Rendimiento-Velocidad					
Actividad:	Habilitación de acero		NºHoras:	2	
Cuadrilla:	2 operarios + 2 oficiales+2 peones		NºCuadrillas:	2	
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE HABILITACION DE ACERO					
	Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (Kg)	Rendimiento	Velocidad
	T	MO	A	$P=A/(T*MO)$	$V=A/T$
Día 01	2	6	136,54	11,38	68,27
Día 02	2	6	108,91	9,08	54,46
Día 03	2	6	121,62	10,14	60,81
		Promedio	122,36		
		Rendimiento	489,43		Kg

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 107, el rendimiento real de la mano de obra resultó 489 Kg por día. Esto fue calculado teniendo como base las cantidades de avance diario medidos en campo durante el avance de la ejecución de la actividad y considerándose un promedio de este de 2 horas por 3 días trabajados.

### Figura 108

*Comparación de los rendimientos reales y esperados de la actividad “Habilitación de acero”.*

Rendimiento Real	Rendimiento Proyectado
600 Kg	489,43 Kg

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 108, el rendimiento (según expediente técnico) de la actividad debió haber sido de 600 Kg, lo que dista de la realidad, pues el rendimiento real de los obreros fue de 498.43, este déficit representa 110.57 Kg de pérdida para la empresa. Se debe recalcar la diferencia entre las cuadrillas utilizadas y las que manda el expediente, pues se evidencia un sobredimensionamiento de la cuadrilla.

**Proyecto 02.** Se presentan los resultados de rendimientos de la actividad analizada “Encofrados”.

### Figura 109

*Rendimiento y productividad de la mano de obra según el expediente técnico de la actividad “Encofrados”.*

PRODUCTIVIDAD SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA				
Productividad-Rendimiento-Velocidad				
Actividad:	Encofrados	N°Horas:	2	
Cuadrilla:	2 operarios + 2 peones	N°Cuadrillas:	2	
Rendimiento:	36 m <sup>2</sup> /día	8 hrs.		
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE ENCOFRADOS				
Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (m <sup>2</sup> )	Rendimiento	Velocidad
T	MO	A	$P=A/(T*MO)$	$V=A/T$
2,00	4,00	9,00	1,13	4,50

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 109, el rendimiento de la mano de obra de la actividad “Encofrados” debió haber sido de 36 m<sup>2</sup>/día para una cantidad de 2 cuadrillas con 2 obreros cada una, considerándose además un tiempo de jornada de 8hrs. El resultado del rendimiento de las 2 horas muestreadas según el expediente técnico debió haber sido de 9 m<sup>2</sup>.

### Figura 110

*Rendimiento y productividad real de la mano de obra de la actividad “Encofrados”.*

PRODUCTIVIDAD REAL DE OBRA					
Productividad-Rendimiento-Velocidad					
Actividad:	Encofrados			NºHoras:	2
Cuadrilla:	2 operarios + 2 peones			NºCuadrillas:	2
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE ENCOFRADOS					
	Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (m <sup>2</sup> )	Rendimiento	Velocidad
	T	MO	A	P=A/(T*MO)	V=A/T
Día 01	2	4	6,74	0,84	3,37
Día 02	2	4	6,65	0,83	3,325
Día 03	2	4	6,16	0,77	3,08
		Promedio	6,52		
		Rendimiento	26,08	m <sup>2</sup>	

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 110, el rendimiento real de la mano de obra resultó 26.08 m<sup>2</sup> por día. Esto fue calculado teniendo como base las cantidades de avance diario medidos en campo durante el avance de la ejecución de la actividad y considerándose un promedio de 2 horas por los 3 días trabajados.

### Figura 111

*Comparación de los rendimientos reales y esperados de la actividad “Encofrados”.*

Rendimiento Proyectado	Rendimiento Real
36 m <sup>2</sup>	26,08 m <sup>2</sup>

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la Figura 111, el rendimiento (según expediente técnico) de la actividad debió haber sido de 36 m<sup>2</sup>, lo que dista de la realidad, pues el rendimiento real de



los obreros fue de 26.08 m<sup>2</sup>, este déficit representa 9.92 m<sup>2</sup> de pérdida para la empresa por día.

**Proyecto 03.** Se presentan los resultados de rendimientos de la actividad analizada “Solaqueos”.

**Figura 112**

*Rendimiento y productividad de la mano de obra según el expediente técnico de la actividad “Solaqueos”.*

PRODUCTIVIDAD SEGÚN EL EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA				
Productividad-Rendimiento-Velocidad				
Actividad:	Solaqueos		N°Horas:	2
Cuadrilla:	2 operarios		N° Cuadrillas:	2
Rendimiento:	40 mL/día	8 hrs.		
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE SOLAQUEOS				
Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (mL)	Rendimiento	Velocidad
T	MO	A	$P=A/(T*MO)$	$V=A/T$
2	2	10,00	2,5	5,00

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la Figura 112, el rendimiento de la mano de obra de la actividad “Solaqueos” debió haber sido de 40 mL/día para una cantidad de 2 cuadrillas con 1 obreros cada una, considerándose además un tiempo de jornada de 8hrs. El resultado del rendimiento de las 2 horas muestreadas según el expediente técnico debió haber sido de 9 m<sup>2</sup>.

**Figura 113**

*Rendimiento y productividad real de la mano de obra de la actividad “Solaqueos”.*

PRODUCTIVIDAD REAL DE OBRA					
Productividad-Rendimiento-Velocidad					
Actividad:	Solaqueos	N°Horas:	2		
Cuadrilla:	2 operarios + 2 peones	N°Cuadrillas	2		
PRODUCTIVIDAD-RENDIMIENTO-VELOCIDAD DE SOLAQUEOS					
	Tiempo (hrs.)	Mano de obra	Avance diario (mL)	Rendimiento	Velocidad
	T	MO	A	$P=A/(T*MO)$	$V=A/T$
Día 01	2	4	7,65	0,96	3,83
Día 02	2	4	6,58	0,82	3,29
Día 03	2	4	8,1	1,01	4,05
		Promedio	7,44		
		Rendimiento	29,77	mL	

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 113, el rendimiento real de la mano de obra resultó 29.77 mL por día. Esto fue calculado teniendo como base las cantidades de avance diario medidos en campo durante el avance de la ejecución de la actividad y considerándose un promedio de 2 horas por los 3 días trabajados.

**Figura 114**

*Comparación de los rendimientos reales y esperados de la actividad “Solaqueos”.*

Rendimiento Proyectado	Rendimiento Real
40 mL	29,77 mL

*Nota.* Elaboración propia

Como se observa en la figura 114, el rendimiento (según expediente técnico) de la actividad debió haber sido de 40 m<sup>2</sup>, lo que dista de la realidad, pues el rendimiento real de los obreros fue de 29.77 mL, este déficit representa 10.23 mL de pérdida para la empresa por día. Se debe recalcar la diferencia entre las cuadrillas utilizadas y las que manda el expediente, pues se evidencia un sobredimensionamiento de la cuadrilla.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### Discusión

#### Discusión de resultados de la Hipótesis General

Es importante que, en el transcurso de la etapa de ejecución de una obra, se implemente una herramienta de mejora continua como es la Carta Balance. Esta permitirá a los ingenieros encargados de evaluar la productividad en obra, detectar fallas que se estén suscitando para, posteriormente, darles solución a través de la aplicación de medidas correctivas que de preferencia sean inmediatas, así como se realizó en la presente investigación y como se puede comprobar a través de los cálculos de las ratios de semanas anteriores al estudio y una vez aplicadas las medias correctivas; estos gráficos se pueden observar en el anterior capítulo. Si bien las actividades analizadas en este estudio no necesariamente son las mismas que las analizadas en los estudios considerados antecedentes de la investigación, el objetivo fue el mismo “mejorar la productividad de la mano de obra”. Tal es el caso de la investigación realizada por (Muñoz & Ccahuana, 2016) denominada “Optimización de la mano de obra utilizando la Carta Balance en edificaciones multifamiliares. Caso: Cerezos de Surco”, los autores a través de la aplicación de la Carta Balance, lograron una mejora de la productividad de la mano de obra igual a 7.58% en la partida de encofrados que representó el 5% del Costo Directo del proyecto. Del mismo modo, en la investigación “Mejora de la productividad en los procesos constructivos del proyecto ampliación del servicio académico del CIDUNT, Distrito de Trujillo, aplicando la Carta Balance” realizada por Franco Calderón López y Erik Rojas Rojas; se demuestra a través de los resultados de optimización obtenidos en las partidas concreto en subcimientos, acero en vigas de cimentación y en concreto y acero de losa aligerada, un incremento de la productividad de la mano de obra.

## **Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°01**

La importancia de un correcto registro del trabajo productivo en un proyecto, radica justamente en el control de los tiempos llevados a cabo por sus trabajadores, para que, a través de este control, se asegure el cumplimiento de las metas de programación tanto como de las metas económicas. Sin embargo, esto no suele practicarse y se pudo comprobar mediante los resultados de la lista de chequeo, donde los resultados indicaron que solo el 33.33% de las obras, implementaban este registro como parte del control de la productividad. Un indicador indirecto del trabajo productivo son los desperdicios, si bien no se miden los trabajos productivos directamente, con un registro de desperdicios se podría controlar indirectamente la productividad; sin embargo, el 40% de los encuestados confirmaron que no realizan esta práctica. Ambos registros (del trabajo productivo o de los desperdicios) están a cargo del área de producción o de la oficina técnica bajo órdenes del ingeniero Residente. Así mismo, según los resultados obtenidos de la lista de chequeo, se evidencia que solo un 40% de las obras emplean una metodología de trabajo para disminuir o eliminar los tiempos contributorios y no contributorios para las actividades de acabados; esto implica que el 60% de las obras no lo hacen o por lo menos no de la manera correcta, a su vez, el no implementar algún tipo de metodología de mejora puede conllevar a futuras pérdidas económicas o situaciones perjudiciales para la empresa constructora.

Con el fin de demostrar la incidencia del porcentaje de trabajo productivo sobre la productividad en general, se tomaron en cuenta, un total de 03 obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, al mismo tiempo, de cada proyecto se analizó la actividad con productividad más deficiente y se realizó la aplicación de Carta Balance para mejorar la productividad de la mano de obra en las actividades. En cuanto a la partida analizada en el Proyecto 01 “Habilitación de acero”, (Uceda, 2019) en su investigación “Mejora de la productividad por medio de la herramienta Cartas Balance en un edificio

multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque”. encontró una distribución de trabajo de trabajo productivo de 42%, trabajo contributorio de 37% y trabajo no contributorio de 21% para la misma actividad. Distribución que dista de la encontrada en el presente estudio pues en este caso, el trabajo productivo solo alcanzó el 23%, trabajo contributorio el 44% y el trabajo no contributorio el 34% restante; esto se debe a que cada proyecto se ejecuta bajo diferentes condiciones, por lo que aun tratándose de la misma actividad las distribuciones de trabajo no serán las mismas. A través del desarrollo de la presente investigación se logró mejorar el porcentaje de trabajo productivo en un 29% y con esto la productividad; a diferencia de esto, Uceda no logró mejorar el porcentaje de trabajo productivo en la actividad, por lo que la productividad siguió siendo deficiente; al hallarse estos resultados, el autor, debió seguir con el análisis y evaluación de la productividad hasta lograr resultados de optimización de esta.

Con relación al Proyecto 02, la actividad identificada con baja productividad fue “Encofrados”, y la actividad analizada específicamente fue encofrados de muros. (Muñoz & Ccahuana, 2016) obtuvieron una distribución de los trabajos, en este mismo tipo de actividad, de 31% de trabajo productivo, 38% de trabajo contributorio y 31% de trabajo no contributorio; a diferencia de los resultados encontrados a través del desarrollo del presente estudio cuya distribución de trabajos para esta actividad fue de 24% de trabajo productivo, 45% de trabajo contributorio y un 31% de trabajo no contributorio. Los autores de la investigación utilizada como antecedente tuvieron como resultado una mejora del 9% con respecto al trabajo productivo (indicador que les permitió mejorar la productividad en general); en contraste con esta investigación, se logró mejorar la productividad en base a la mejora del trabajo productivo en un 16%. Esta diferencia de mejoras que se lograron en las dos investigaciones, se debe a que en la investigación de Muñoz y Ccahuana, los problemas encontrados no eran fácilmente manejables o corregibles, pues fueron problemas de mal

proceso constructivo; en cambio, los problemas identificados en la presente investigación fueron, en su mayoría, problemas de mala organización de la cuadrilla o tiempos de acarreo excesivos e innecesarios corregidos posteriormente.

Respecto a la actividad “Solaqueos”, actividad identificada con baja productividad en el Proyecto 03, (Uzategui, 2014) en su trabajo de investigación denominado “Mejora de la productividad por medio de las Cartas Balance de las partidas de Solaqueo y Tarrajeo de un edificio multifamiliar”, encontró una distribución de trabajo productivo de 37%, trabajo contributorio de 57% y no contributorio de 6%. Asimismo, (Muñoz & Ccahuana, 2016), en su investigación “Optimización de la mano de obra utilizando la Carta Balance en edificaciones multifamiliares. Caso: Cerezos de Surco”, también evaluaron la misma actividad, obteniendo como distribución del trabajo de la cuadrilla, un trabajo productivo de 39% de trabajo productivo, 21% de trabajo contributorio y 40% de trabajo no contributorio. A diferencia de los estudios citados, a través del presente estudio, se encontró una distribución de trabajo para esta actividad, de trabajo productivo igual a 12%, trabajo contributorio igual a 37% y un gran porcentaje de trabajo no contributorio igual a 51%. Este exceso de trabajo no contributorio encontrado en la actividad, se identificó como efecto del sobredimensionamiento existente en la cuadrilla y se redistribuyeron los obreros en otras actividades quedando solo 2 operarios y además se eliminó la sub actividad “limpieza de rebabas”; a través de estas medidas correctivas se logró una mejora en el porcentaje de trabajo productivo igual a 36%. Cabe recalcar que, (Uzategui, 2014), plantea como conclusión que efectivamente la aplicación de la Carta Balance ayudaría a mejorar los niveles de productividad de la mano de obra, sin embargo, el autor no aplicó medidas correctivas y por consiguiente no realizó una toma de datos posterior a la aplicación de estas. A diferencia de Uzategui, Muñoz y Ccahuana sí implementaron medidas correctivas, logrando así incrementar el valor de trabajo productivo en 5%.

## **Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°02**

Si hablamos de eficiencia de la mano de obra, debemos saber que, en general, es el producir más con menos recursos. Es por esto que es importante el cálculo y conocimiento de la eficiencia acumulada, eficiencia saldo tanto como de la eficiencia proyectada al cierre del proyecto, pues es a través de este indicador que se logra optimizar la productividad. En cuanto al cálculo de la eficiencia acumulada, así como de la eficiencia saldo, solo el 46.67% de las obras de edificación analizadas lo realizan. La eficiencia acumulada es calculada en términos de la productividad de sus recursos (mano de obra) y haciendo un análisis del comportamiento y evolución de una semana a otra mediante un informe semanal de productividad. Sin embargo, donde se presentan mayores problemas de cálculo, es en el cálculo de la eficiencia saldo; puesto que, la mayoría de obras calculan este parámetro de manera técnica, sin realizarse un estudio de los trabajos previstos saldos y recursos previstos para el saldo. Respecto al cálculo de la eficiencia al cierre del proyecto, el 73.33% de las obras de edificación utilizadas para el análisis lo realizan; sin embargo, se presenta el mismo problema de cálculo que con la eficiencia saldo, no se realiza un estudio previo o cuantificación previa de trabajos y recursos proyectados hasta el cierre del proyecto.

El porcentaje restante de las obras que no calculan la eficiencia acumulada, saldo y proyectada al cierre, son las que posteriormente presentan problemas para alcanzar la productividad esperada y de sobrecostos por la falta de control de sus recursos y con esto, se ve afectada la rentabilidad del proyecto, que se proyectó a través del presupuesto de obra. Se evidenció, además, que los ingenieros del área de producción y de oficina técnica, no realizan el cálculo de las eficiencias citadas puesto que no lo consideran necesario y es a partir de este mal concepto que desconocen las cantidades de recursos necesarios para la ejecución de las actividades. A través del anterior análisis y mediante las medidas correctivas

aplicadas a través de la Carta Balance, las eficiencias acumuladas, saldos y proyectadas al cierre del proyecto se vieron positivamente afectadas aumentando sus valores.

### **Discusión de resultados de la Hipótesis específica N°03**

El cálculo de las ratios reales nos ayuda a definir el nivel de la productividad de la mano de obra resultado de la ejecución de una actividad. Esto implica que, el no tener correctamente calculado este dato conlleva a un descontrol de los recursos (horas hombre) necesarios y previstos a consumirse para el desarrollo de la obra. Según los resultados obtenidos a través de la realización del presente estudio, solo el 33.33% de las obras de edificaciones realizan el cálculo de la ratio real semanal y de la ratio real acumulado de la mano de obra como parte del control de la productividad de esta, este cálculo lo realizan en periodos semanales a través de la configuración del informe semanal de productividad elaborado por los ingenieros del área de producción. Este análisis de las ratios mediante esta herramienta de control, se realiza en base a las horas hombre reales y previstas llevadas a cabo por los obreros hasta el momento del análisis junto con el avance; sin embargo, se evidenció que la información de estas horas hombres reales y previstas además del avance semanal, no siempre llegan con la calidad y revisión que se requiere y muchas veces hay errores de asignación de información a partidas que no corresponden y se terminan corrigiendo posteriormente.

Asimismo, el otro 66.67% de los ingenieros del área de producción y/u oficina técnica encuestados, calculan la ratio real semanal y la ratio real acumulada, pero no tienen estos datos actualizados, lo que conlleva a que no se analice de manera correcta la productividad alcanzada en la semana por la mano de obra y terminan tomando decisiones según criterio propio de cómo mejorar este parámetro. Una de las causas más importantes de que haya una variabilidad de la ratio real y esta sea mayor a la ratio prevista es que durante la ejecución deberían volver a plantearse estrategias de acuerdo a lo que está pasando



realmente en campo y esto solo se consigue analizando los valores de las ratios sinceradas, identificando las causas y tomando acción sobre lo encontrado.

El desarrollo de la presente investigación tuvo como primera limitación los tiempos de entrada a los proyectos para realizarse el muestreo necesario de 2 horas diarias, por lo que, en coordinación con los ingenieros del área de producción encargados, se decidió comenzar el muestreo junto con el comienzo de la jornada de los trabajadores. Esto se debió a la condición y coyuntura de pandemia por la que el país está pasando, por lo que las restricciones de entrada a las obras son más a las que ya había en un principio; cabe recalcar que esta restricción fue implementada con el fin de salvaguardar la seguridad de los trabajadores como la propia. Otra de las limitaciones que se tuvo al momento de realizarse la investigación, fue por una falta de información ordenada en el Informe Semanal de Productividad del Proyecto 03, limitación que fue solucionada posteriormente pues sin la información completa de los Informes Semanales de Productividad la investigación hubiese carecido de una fuerte base teórica dado que no se hubiesen podido identificar de manera acertada las actividades con baja productividad.

A diferencia de las anteriores investigaciones tomadas como antecedentes, el presente estudio se realizó en tiempos de pandemia, por lo que los resultados provenientes de la investigación están dados bajo condiciones totalmente distintas que pueden interpretarse como restricciones de salubridad. Estas pueden ser cantidad de personal disponible, un límite de cantidad de trabajadores realizando sus labores en un ambiente, etc; por lo que esta investigación deja un precedente a futuras investigaciones sobre evaluación y mejora de productividad de la mano de obra, siempre y cuando el proyecto de construcción se estuviese realizando bajo las mismas condiciones. Además, a comparación de estudios anteriores como “Mejora de la productividad por medio de las Cartas Balance de las partidas de Solaqueo y Tarrajeo de un edificio multifamiliar” desarrollado por Mariano Paulo Vilca

Uzategui, mediante esta investigación sí se implementaron medidas correctivas para mejorar la productividad de la mano de obra y no se concluyó la investigación sobre el criterio propio del autor.

## **Conclusiones**

### **Conclusiones de la Hipótesis General**

El cálculo de los índices de productividad de la mano de obra es importante, pues es a través de este cálculo, que se tomaran decisiones a futuro. Si la productividad registrada en los Informes Semanales de Productividad (ISP) resultaran deficientes, el paso a seguir es la aplicación de una herramienta de mejora continua como es la Carta Balance. Es así que, mediante los resultados presentados a través de todo el desarrollo de la investigación, se concluye que, a través de la aplicación de Carta Balance mejora la productividad en las obras de edificaciones de ductilidad de limitada evaluadas.

### **Conclusiones de la Hipótesis específica N°01**

Los porcentajes de trabajo productivo de la mano de obra son un índice directo de la productividad, por lo que el buen registro y control del trabajo productivo llevado a cabo por los trabajadores es de vital importancia para asegurar el cumplimiento de la productividad prevista para la ejecución de la obra. Es así que, a través de los resultados expuestos en la presente investigación, se concluye que, el trabajo productivo tiene una relación causa-efecto sobre la mejora de la productividad; es decir, si se mejora el porcentaje de trabajo productivo de la mano de obra, inmediatamente mejorarán los niveles de productividad de la misma.

### **Conclusiones de la Hipótesis específica N°02**

El producir más con menos cantidad de recursos, en este caso recurso humano, es el objetivo de la búsqueda de la eficiencia en los procesos constructivos. Este ahorro de recursos se lleva a cabo mediante herramientas de control de los tiempos de la mano de obra

como es la Carta Balance, pues es a través de esta herramienta que se implementan medidas correctivas que permiten que los niveles de productividad de la mano de obra incrementen y con esto, los niveles de eficiencia. Es así que se concluye que, con la aplicación de la Carta Balance, la eficiencia se optimiza, es decir, mejora.

### **Conclusiones de la Hipótesis específica N°03**

En lo que respecta a productividad, el objetivo de toda obra de edificación es que las ratios reales sean mejores a las ratios previstas, por lo que se deben diseñar estrategias para que esto se dé, dichas estrategias deben ser establecidas en la etapa del planeamiento de la obra. Con el fin de que estos índices de productividad sean los indicados en el transcurso de ejecución de la obra, se deben aplicar herramientas de control, en este caso la Carta Balance, pues es a través de esta que se implementan medidas de acción sobre las actividades identificadas (mediante el Informe Semanal de Productividad) con niveles bajos de productividad. Es así que se concluye que, efectivamente, la aplicación de la Carta Balance contribuye a mejorar el valor de la ratio real de una obra de edificación y con esto, la productividad.

### **Recomendaciones**

#### **Recomendaciones de la Hipótesis General**

Las empresas constructoras deben implementar un sistema de control de productividad de manera constante, de tal manera de asegurar que la ejecución de todas las actividades represente ganancias y no pérdidas para la empresa, es decir, que sean rentables. Por lo que, para que esto se dé, debe haber una buena coordinación entre el ingeniero residente y el ingeniero de producción.

### **Recomendaciones de la Hipótesis específica N°01**

Se debe llevar un control de los tiempos empleados por los obreros en los diferentes tipos de trabajo, este registro también será un indicador de la productividad al finalizar la semana. De observarse mayor tiempo en la ejecución de sub actividades que no aporten a la producción, debe implementarse una herramienta de mejora como la Carta Balance.

### **Recomendaciones de la Hipótesis específica N°02**

La eficiencia debe formar parte del análisis de la productividad de la mano de obra mediante Informes Semanales de Productividad (ISP); además, se debe hacer una evaluación de esta conforme pasan las semanas y de encontrarse alguna deficiencia en este parámetro deben tomarse acciones correctivas que de preferencia sean inmediatas. El análisis de la eficiencia debe ser a nivel de partida tanto como a nivel del conjunto de partidas que conforman la estructura de control considerada en el ISP.

### **Recomendaciones de la Hipótesis específica N°03**

La información de las horas hombre llevadas a cabo y del avance real ejecutado en la misma, debe ser información confiable y revisada por los ingenieros encargados del área de producción, o en su defecto, por el área de oficina técnica. Adicionalmente, de realizarse el cálculo del ratio real semanal o ratio real acumulado, deben ser actualizados conforme el avance semanal registrado en los Informes Semanales de Productividad, esto con la finalidad de evitar un equivocado análisis de la productividad alcanzada al cierre de una semana.

## REFERENCIAS

- Alarcón, L. (2008). *Evaluando los impactos de la implementación de Lean Construction*.
- Andrade, M. (2010). *Last Planner en subcontrato de una empresa constructora*.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica 6ta.edición*.
- Arteaga, G. (1 de Octubre de 2020). *testsiteforme*. <https://www.testsiteforme.com/enfoque-cuantitativo/>
- Botero, L. (2006). *Construcción sin pérdidas: análisis de procesos y filosofía Lean Construction*.
- Botero, L. F. (2003). *Identificación de Pérdidas*.
- Bunge, M. (2007). *La investigación científica*.
- Bustos, A., López, E., Camacho, J., & Barrios., H. (2021). Análisis comparativo en un proyecto de construcción comercial del last planner system con el sistema tradicional. *Instituto Mexicano de Lean Construction*.
- Campoverde, G. A., & Buri, J. C. (2016). *Pérdidas operacionales generadas en la construcción de una urbanización: análisis de sus causas y soluciones mediante la filosofía de lean construction*. Guayaquil.
- Cantú Alejandro, L. M. (2018). *Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles*.
- Diccionario de la Construcción*. (2018).  
<http://www.diccionariodelaconstruccion.com/planificacion-y-direccion-de-obra/oficina-tecnica/flujo-de-trabajo>
- Filipe Barbosa, J. W. (2017). Reinventar la Construcción a través de una Revolución de la Productividad. *Mc Kinsey & Company*.

- Ghio, V. (2001). *Productividad en Obras de Construcción*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Goldratt, & Goldratt, E. M. (2004). *La Meta*.
- Hamzeh, & Aridi. (2013). *Modeling the Last Planner System Metrics: A case study of an AEC Company*.
- Hamzeh, F. (2012). *Rethinking lookahead planning to optimize Construction workflow*. USA.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Huatuco, G. (2017). Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. *Mejorando la visualización y la comunicación en el Last Planner System a través del uso de modelos BIM*.
- Huerta, P. E., & Gonzales, J. W. (2019). *Mejora de la productividad en las partidas de colocación de acero y encofrado de reservorio e instalación de tuberías aplicando la carta balance en ñaña y anexos, distrito de lurigancho-chosica..*
- Información básica de ingeniería civil*. (2 de Abril de 2020).  
<https://infobasicingcivil.blogspot.com/2020/04/que-son-las-partidas-de-ejecucion-de.html>
- Koskela, L. (2004). Making do - The eight category of waste. *International Group of Lean Construction 12*, (págs. 3 - 12).
- Lopez, F. E., & Rojas, E. A. (2020). *Mejoramiento de la productividad en el proceso constructivo del proyecto Ampliación del servicio académico del CIDUNT, Distrito de Trujillo, aplicando la Carta Balance*.

- Luong Le, P. E. (2020). Present focuses and future directions of decision-making in construction supply chain management: a systematic review. *International Journal of Construction Management*, Vol. 20.
- Martínez, G. J., Botello, H. Y., & Montelongo, A. M. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI*.
- Mejía, G. A. (2007). Seguimiento de la Productividad en obra: Técnicas de medición de rendimiento de mano de obra. *Revista de la facultad de ingenierías físico mecánicas*.
- Mejía, J. (2016). *Conceptos Ingeniería Industrial*.  
<https://conceptosingindustrial.blogspot.com/2014/10/productividad.html>
- Miranda, D. (2012). *Implementación del sistema del último planificador en una habilitación urbana*.
- Muñoz, C. N., & Ccahuana, M. A. (2016). *Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: "Cerezos de Surco")*.
- Peña, A. (2011). *Glosario de Ingeniería*. Maracay.
- Perdomo, R. (2018). *Mejoramiento de gestión en la construcción mediante el sistema del último planificador*.
- Pérez Gómez Martínez, G. J., Rosales Mendoza, J. M., & López Montelongo. (2019). Evaluación de la gestión en la construcción de una tienda de conveniencia por medio de Lean Construction. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2.
- Pons, F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Rojas, R. (2005). *Estudio e implementación de una nueva filosofía de planificación de proyectos "Lean Construction"*.
- Ruiz, S. (2019). *Trenes de Trabajo*. Lima: AB Escuela.

- Socarras, J. C. (2013). *Aplicación de la herramienta time-lapse para la identificación y reducción de pérdidas en edificaciones con estructura en concreto.*
- Uceda, F. A. (2019). Mejora de la productividad por medio de la herramienta cartas balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.
- Uzategui, M. P. (2014). *Mejora de la productividad por medio de las Cartas de Balance en las partidas de Solaqueo y Terrajeo de un edificio multifamiliar .*
- Vitteri, J. L. (2016). La Productividad en Proyectos de Construcción. *Revista Costos.*
- Zorrilla, S. (1993). *Introducción a la metodología de la investigación.* México: Aguilar Leon y Cal Editores.



## ANEXOS

### ANEXO N°01. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
¿De qué manera la aplicación de Carta Balance mejora la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?	Determinar mediante la aplicación de Carta Balance la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	La aplicación de Carta Balance mejoraría la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	<b>CARTA BALANCE (V.I)</b>	Trabajo Productivo	Enfoque: Cuantitativo.
<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>			Tipo: Aplicada.
¿Cómo el trabajo productivo influencia la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021?	Contrastar cómo el trabajo productivo influencia la mejora de la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	El trabajo productivo contribuiría a mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	<b>PRODUCTIVIDAD (V.D)</b>	Eficiencia	Alcance y Diseño: Experimental.
¿Cómo variaría la eficiencia mediante la aplicación de Carta Balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de	Analizar cómo variaría la eficiencia mediante la aplicación de Carta Balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021	La eficiencia se optimizaría mediante la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.			

Bellavista, Provincia del Callao,2021?					
¿Cómo se vería afectada la ratio real con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao,2021?	Evaluar cómo se vería afectada la ratio real con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao,2021.	La ratio real mejoraría con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao,2021.		Ratio Real	Método: Inductivo.

**ANEXO N°02. MATRIZ DE DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES.**

Hipótesis General	Variable X		Variable Y	
HG: La aplicación de Carta Balance mejoraría la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	Carta Balance		Productividad	
Hipótesis Específicas	Dimensiones	Indicadores	Dimensiones	Indicadores
H1: El trabajo productivo contribuiría a mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.	Trabajo Productivo	Se realiza el control de los recursos utilizados para llevar a cabo cada actividad y se hace un correcto registro del tiempo usado correcta o incorrectamente por los obreros durante su jornada.	Eficiencia	Calcula la Eficiencia acumulada y saldo y proyecta al cierre de obra del conjunto de la estructura de control
H2: La eficiencia se optimizaría mediante la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.				Ratio real
H3: La ratio real mejoraría con la aplicación de Carta balance en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021.				

### ANEXO N°03. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN ORDINAL	N° ITEMS
<b>V.I CARTA BALANCE</b>	Según (Ghio,2001) esta es una herramienta que ayuda a realizar estudios estadísticos en actividades específicas, donde se evalúa el porcentaje de tiempo dentro de cada actividad a cada componente de la partida por cada obrero que compone la cuadrilla en análisis.	Trabajo Productivo	Se realiza el control de los recursos utilizados para llevar a cabo cada actividad y se hace un correcto registro del tiempo usado correcta o incorrectamente por los obreros durante su jornada.	<b>Items:</b> Lleva a cabo un registro del tiempo productivo usado por los obreros durante su jornada.	1
				<b>Items:</b> Mide y/o controla los desperdicios en obra de las actividades de estructuras	2
				<b>Items:</b> Emplea una metodología de trabajo para disminuir los trabajos contributorios y no contributorios para las actividades de acabados húmedos.	3
<b>V.D PRODUCTIVIDAD</b>	La productividad puede definirse como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. (Serpell,1993)	Eficiencia	Calcula la Eficiencia acumulada y saldo y proyecta al cierre de obra.	<b>Items:</b> Obtiene la información de los trabajos previstos a ejecutar del presupuesto de obra.	4
				Ratio Real	Calcula Ratio real y acumulado
		<b>Items:</b> Obtiene la información de los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra.	6		
		<b>Items:</b> Cuantifica los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra.	7		
		<b>Items:</b> Realiza un registro de control de avance agrupando y faseando las actividades.	8		
		<b>Items:</b> Realiza un registro de control de horas hombre empleadas de todas las actividades.	9		

			<b>Items:</b> Elabora un Informe Semanal de Productividad de Mano de Obra (ISP).	10
			<b>Items:</b> Utiliza una metodología para tomar acción inmediata cuando los resultados no son los esperados.	11
			<b>Items:</b> Calcula la Eficiencia acumulada de la mano de obra.	12
			<b>Items:</b> Calcula la Eficiencia saldo de la mano de obra.	13
			<b>Items:</b> Calcula la Eficiencia al cierre de obra de la mano de obra.	14
			<b>Items:</b> Calcula Ratio real semanal de la mano de obra.	15
			<b>Items:</b> Calcula Ratio real acumulado de la mano de obra.	16
			<b>Items:</b> Realiza una comparación de rendimientos reales y rendimientos esperados de la mano de obra.	17

**ANEXO N°04. TABLA ESTADÍSTICA DE NIVEL DE CONFIANZA.**

<b>Zo</b>	<b>0.00</b>	<b>0.01</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.06</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>	<b>0.09</b>	<b>Zo</b>
<b>0.0</b>	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359	<b>0.0</b>
<b>0.1</b>	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753	<b>0.1</b>
<b>0.2</b>	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141	<b>0.2</b>
<b>0.3</b>	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517	<b>0.3</b>
<b>0.4</b>	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879	<b>0.4</b>
<b>0.5</b>	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224	<b>0.5</b>
<b>0.6</b>	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549	<b>0.6</b>
<b>0.7</b>	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852	<b>0.7</b>
<b>0.8</b>	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133	<b>0.8</b>
<b>0.9</b>	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389	<b>0.9</b>
<b>1.0</b>	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621	<b>1.0</b>
<b>1.1</b>	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830	<b>1.1</b>
<b>1.2</b>	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015	<b>1.2</b>
<b>1.3</b>	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177	<b>1.3</b>
<b>1.4</b>	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319	<b>1.4</b>
<b>1.5</b>	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441	<b>1.5</b>
<b>1.6</b>	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545	<b>1.6</b>
<b>1.7</b>	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633	<b>1.7</b>
<b>1.8</b>	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706	<b>1.8</b>
<b>1.9</b>	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767	<b>1.9</b>
<b>2.0</b>	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817	<b>2.0</b>
<b>2.1</b>	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857	<b>2.1</b>
<b>2.2</b>	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890	<b>2.2</b>
<b>2.3</b>	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916	<b>2.3</b>
<b>2.4</b>	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936	<b>2.4</b>
<b>2.5</b>	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952	<b>2.5</b>
<b>2.6</b>	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964	<b>2.6</b>
<b>2.7</b>	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974	<b>2.7</b>
<b>2.8</b>	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981	<b>2.8</b>
<b>2.9</b>	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986	<b>2.9</b>
<b>3.0</b>	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990	<b>3.0</b>
<b>3.1</b>	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993	<b>3.1</b>
<b>3.2</b>	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995	<b>3.2</b>
<b>3.3</b>	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997	<b>3.3</b>
<b>3.4</b>	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998	0.9998	<b>3.4</b>
<b>3.5</b>	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	<b>3.5</b>
<b>3.6</b>	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	<b>3.6</b>
<b>3.7</b>	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	<b>3.7</b>
<b>3.8</b>	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	1.0000	1.0000	1.0000	<b>3.8</b>
<b>3.9</b>	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	<b>3.9</b>
<b>1- α</b>	90%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	99%	Siendo:		
<b>α</b>	10%	8%	6%	5%	4%	3%	2%	1%			
<b>z<sub>α/2</sub></b>	1.645	1.751	1.881	1.96	2.054	2.17	2.326	2.576	<b>1 - α = Nivel de confianza</b>		
<b>Z<sub>α</sub></b>	1.282	1.405	1.555	1.645	1.751	1.881	2.054	2.326	<b>α = Nivel de significación</b>		

## ANEXO N°05. FORMATO DE LA LISTA DE CHEQUEO.

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### LISTA DE CHEQUEO

Estimado(a) ingeniero la siguiente lista de chequeo mide algunos indicadores para implementar medidas que mejoren la productividad de la mano de obra en obras de edificaciones de ductilidad limitada.

#### 1. INFORMACIÓN GENERAL

Cargo: \_\_\_\_\_ Tipo de Obra: \_\_\_\_\_  
Ubicación de Obra: \_\_\_\_\_ Monto de Obra: \_\_\_\_\_

#### 2. RESPONDER SÍ O NO A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

#	Descripción	SÍ	NO	Comentarios
1	Items: Lleva a cabo un registro del tiempo productivo usado por los obreros durante su jornada.			
2	Items: Mide y/o controla los desperdicios en obra de las actividades de estructuras.			
3	Items: Emplea una metodología de trabajo para disminuir los trabajos contributivos y no contributivos para las actividades de acabados húmedos.			
4	Items: Obtiene la información de los trabajos previstos a ejecutar del presupuesto de obra.			
5	Items: Cuantifica los trabajos previstos a ejecutar del presupuesto de obra.			
6	Items: Obtiene la información de los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra.			
7	Items: Cuantifica la información de los recursos previstos a consumir por actividad del presupuesto de obra.			
8	Items: Realiza un registro de control de avance agrupando y faseando las actividades.			
9	Items: Realiza un registro de horas hombre empleadas de todas las actividades.			
10	Items: Elabora un Informe Semanal de Productividad de Mano de Obra (ISP).			
11	Items: Utiliza una metodología para tomar acción inmediata cuando los resultados no son los esperados.			
12	Items: Calcula la Eficiencia acumulada de la mano de obra.			
13	Items: Calcula la Eficiencia saldo de la mano de obra.			
14	Items: Calcula la Eficiencia al cierre de obra de la mano de obra.			
15	Items: Calcula Ratio real semanal de la mano de obra.			
16	Items: Calcula Ratio real acumulado de la mano de obra.			
17	Items: Realiza una comparación de rendimientos reales y rendimientos esperados de la mano de obra.			

*Gracias por su colaboración.*

**ANEXO N°06. FORMATO DEL TEST DE VALIDEZ APLICADO A LA LISTA DE  
CHEQUEO.**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y Nombres: .....  
 Grado Académico: .....  
 Institución que labora: .....  
 Título de la Investigación: "Aplicación de Carta Balance para mejorar la productividad  
 en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el Distrito de Bellavista, Provincia  
 del Callao, 2021".  
 CRITERIO DE APLICABILIDAD:

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					
Objetividad	Está formulado con conductas observables					
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					
Organización	Existe organización y lógica					
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					
<b>SUB TOTAL</b>						
<b>TOTAL</b>						

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): .....  
 Valoración Cualitativa: .....  
 Opinión de Aplicabilidad: .....  
 .....

Lugar y fecha: .....

\_\_\_\_\_  
 Firma del Experto  
 DNI:



**ANEXO N°07. TEST DE VALIDEZ-JUICIO DE EXPERTOS N°1**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y Nombres: Araujo Choque Christian Marlon  
 Grado Académico: MAESTRO  
 Institución donde labora: Villa Ingenieros y Asociados SAC  
 Título de la Investigación: "Aplicación de Carta Balance para mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el Distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021".

**CRITERIO DE APLICABILIDAD:**

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					85%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					88%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					85%
Organización	Existe organización y lógica					87%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					93%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					90%
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					89%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					88%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					85%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					87%
<b>SUB TOTAL</b>						
<b>TOTAL</b>						<b>88%</b>

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 88%  
 Valoración Cualitativa: Aplicable  
 Opinión de Aplicabilidad: El instrumento cumple con estándares para ser aplicado por la tesis.

Lugar y fecha: Lima, 25 de agosto 2021.

  
 Firma del Experto  
 DNI: 44759840  
 Reg. CIP N°: 174993

**ANEXO N°08. TEST DE VALIDEZ-JUICIO DE EXPERTOS N°2**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y Nombres: Villaverde Flores Luis Adrian  
 Grado Académico: Superior Profesional  
 Institución donde labora: Villa Ingenieros y Arquitectos  
 Título de la Investigación: "Aplicación de Carta Balance para mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el Distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021".

**CRITERIO DE APLICABILIDAD:**

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					90%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					85%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					90%
Organización	Existe organización y lógica					87%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					95%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					93%
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					85%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					90%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					89%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					89%
<b>SUB TOTAL</b>						
<b>TOTAL</b>						89%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 89%  
 Valoración Cualitativa: Aplicable  
 Opinión de Aplicabilidad: El instrumento cumple con los estándares para ser aplicado por el testista.

Lugar y fecha: Lima, 25 de Agosto 2021

Firma del Experto  
 DNI: 41237136  
 Reg. CIP N°: 18112



**ANEXO N°09. TEST DE VALIDEZ-JUICIO DE EXPERTOS N°3**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
FICHA DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

Apellidos y Nombres: VARELLAS MINCHAN RUGEN ORLANDO  
 Grado Académico: MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN  
 Institución donde labora: CONSULTOR PROFESIONAL  
 Título de la Investigación: "Aplicación de Carta Balance para mejorar la productividad en obras de edificaciones de ductilidad limitada en el Distrito de Bellavista, Provincia del Callao, 2021".

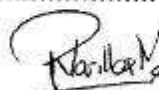
**CRITERIO DE APLICABILIDAD:**

- a) Del 00 al 20%: (No válido, reformular)
- b) Del 21% al 40%: (No válido, modificar)
- c) Del 41% al 60%: (Válido, mejorar)
- d) Del 61% al 80%: (Válido, precisar)
- e) Del 81% al 100%: (Válido, aplica)

INDICADORES DE EVALUAC. DE INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	Deficiente 0% - 20%	Regular 21% - 40%	Bueno 41% - 60%	Muy Bueno 61% - 80%	Excelente 81% - 100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					87%
Objetividad	Está formulado con conductas observables					85%
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y Tecnología					88%
Organización	Existe organización y lógica					86%
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90%
Intencionalidad	Adecuado para valorar los aspectos del estudio					93%
Consistencia	Basado en el aspecto teórico - científico y del tema de estudio					87%
Coherencia	Entre las variables, dimensiones y variables					85%
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio					88%
Conveniencia	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					81%
<b>SUB TOTAL</b>						
<b>TOTAL</b>						87%

Valoración Cuantitativa (total x 0.10): 87%  
 Valoración Cualitativa: Aplicable  
 Opinión de Aplicabilidad: El instrumento cumple con estándares para ser aplicado por el texto

Lugar y fecha: Lima, 26 de agosto 2021



Firma del Experto  
 DNI: 46902454  
 Reg. CIP N°: 173720

### ANEXO N°10. FORMATO DE CARTA BALANCE

FORMULARIO			
GESTION DE PROYECTOS			
CARTA DE BALANCE			
Cobra:	ACTIVIDAD:		
MUESTREADOR:	DESCRIPCIÓN:		
N° FORMULARIO: 001	TECNO:	HORA INICIO:	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE											
N°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	OBSERVACIONES
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
59											
60											

N°	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	TOTAL	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Clasificación del Recurso:**

Actividad	Nombre / Código
Recurso I	
Recurso II	
Recurso III	
Recurso IV	
Recurso V	
Recurso VI	
Recurso VII	
Recurso VIII	
Recurso IX	
Recurso X	
Recurso XI	
Recurso XII	

**Clasificación del Trabajo:**

- TP: Trabajo Productivo
- TC: Trabajo Contributivo
- TNC: Trabajo No Contributivo

**Nomenclatura según nombre de actividad:**

Trabajo Productivo (TP)

Trabajo Contributivo

Trabajo No Contributivo

AS: Ausencia (este tiempo no se contabiliza)

**CONSIDERACIONES**

- \*Frecuencia de medición: 1 min
- \*Se registra 2 horas de trabajo
- \*No se registraron las horas de muestra

CUADRO RESUMEN

**ANEXO N°11. CÁLCULO KR20 PARA LA CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

Cuestionario	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	Total
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	5
3	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	11
4	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	12
5	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5
6	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	8
7	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	9
8	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	8
9	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	7
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	16
11	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	6
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
13	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	9
14	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	5
15	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	6
RC	5	6	6	7	7	9	8	10	7	11	4	7	7	11	5	9	7	126
RIC	10	9	9	8	8	6	7	5	8	4	11	8	8	4	10	6	8	
P	0,333	0,4	0,4	0,47	0,47	0,6	0,53	0,67	0,47	0,73	0,27	0,47	0,47	0,73	0,33	0,6	0,47	
Q	0,667	0,6	0,6	0,53	0,53	0,4	0,47	0,33	0,53	0,27	0,73	0,53	0,53	0,27	0,67	0,4	0,53	
PQ	0,222	0,24	0,24	0,25	0,25	0,24	0,25	0,22	0,25	0,2	0,2	0,25	0,25	0,2	0,22	0,24	0,25	3,9555556

VAR= 15,26

n= 15

$$KR20 = \left( \frac{n}{n-1} \right) \frac{\sigma_t^2 - \sum p_i q_i}{\sigma_i^2}$$

KR20= 0,79

**ANEXO N°12. FORMATO RESUMEN DE INFORME DE PRODUCTIVIDAD**

INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA											
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PRODUCTIVIDAD (RATIO)		GANADAS Y PERDIDAS ACUMULADO REAL
			METRADO TOTAL	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO	HHS TOTALES - LÍNEA BASE	HHS PREVISTAS ACUMULADAS	ACUMULADO REAL	LÍNEA BASE	ACUMULADO REAL	
Total						TOTAL	TOTAL	TOTAL			
											Eficiencia



**ANEXO N°13. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD  
“HABILITACIÓN DE ACERO” – ANTES.**

FORMATO		Fecha: Agosto-2021
CARTA DE BALANCE		Página 1 de 2
PROYECTO: MI VIVIENDA: NUEVA VISTA CONDOMINIO		ACTIVIDAD: HABILITACION DE ACERO
MULTITREADOR: AUTOR		DESCRIPCIÓN: HABILITACIÓN DE ACERO HORIZONTAL Y VERTICAL
FECHA INICIO: 27 AGOSTO 2021		HORA INICIO: 08:00 am

**MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE**

	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	ES	ES	AC	AC	AS	AC	Comienzo del primer día/peón ausente
2	LS	LS	AC	AC	AS	AC	Peón 1 ausente
3	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
4	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
5	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
6	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
7	ES	ES	AC	AC	AS	AC	
8	LS	LS	AC	AC	AS	AC	
9	ES	ES	AC	AC	AS	AC	
10	LS	LS	AC	AC	AS	AC	
11	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
12	ES	ES	AC	AC	AS	AC	
13	FS	FS	AC	AC	AS	AC	
14	ES	ES	AC	AC	AS	AC	
15	LS	LS	AC	AC	AS	AC	
16	IO	IO	CO	CO	AS	AC	Operarios van a SSHH largo tiempo
17	IO	IO	CO	CO	AS	AC	Oficiales empiezan con el corte de acero
18	IO	IO	CO	CO	AS	AC	
19	TO	TO	CO	CO	AS	AC	
20	TO	TO	CO	CO	AS	AC	
21	TO	TO	CO	CO	AS	AC	
22	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
23	IO	IO	CO	CO	AS	CO	
24	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
25	IO	IO	CO	CO	AS	CO	
26	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
27	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
28	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
29	TO	TO	CO	CO	AS	CO	
30	TO	TO	CO	CO	AS	CO	Peón se presenta y comienza corte de acero
31	ES	ES	CO	CO	CO	CO	
32	ES	ES	CO	CO	CO	CO	
33	ES	ES	CO	CO	CO	CO	
34	FS	FS	CO	CO	CO	CO	
35	ES	ES	CO	CO	CO	CO	
36	FS	FS	CO	CO	CO	CO	
37	ES	ES	CO	CO	CO	TO	Peón habla por teléfono
38	LS	LS	CO	CO	CO	IO	
39	FS	TO	CO	CO	CO	TO	Operario se retira a otra área de trabajo
40	LS	IO	CO	CO	CO	IO	
41	FS	TO	CO	CO	CO	TO	
42	ES	TO	TO	CO	CO	TO	
43	LS	TO	TO	CO	CO	TO	
44	ES	TO	TO	CO	CO	TO	
45	LS	TO	TO	DO	CO	CO	Operarios siguen sin material
46	ES	IO	IO	DO	CO	CO	Se comienza con doblado de acero
47	FS	TO	TO	DO	CO	CO	
48	FS	TO	TO	DO	CO	CO	
49	ES	TO	TO	DO	CO	CO	
50	LS	TO	TO	DO	CO	CO	
51	LS	IO	IO	DO	CO	CO	
52	ES	TO	TO	DO	CO	CO	
53	LS	IO	CO	DO	CO	IO	Peón se encuentra conversando
54	FS	IO	CO	DO	CO	TO	
55	ES	TO	CO	DO	CO	TO	
56	FS	TO	CO	DO	CO	TO	
57	ES	ES	CO	DO	CO	TO	
58	LS	LS	CO	DO	CO	TO	
59	ES	ES	CO	DO	CO	IO	
60	LS	LS	CO	DO	DO	TO	
61	ES	ES	CO	DO	DO	CO	
62	FS	FS	CO	DO	DO	CO	
63	ES	ES	DO	DO	DO	CO	

**Clasificación del Recurso:**

	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OPERARIO	Rodriguez
Recurso II	OPERARIO	Silva
Recurso III	OFICIAL	Juan
Recurso IV	OFICIAL	Rolando
Recurso V	PEON	Wilfredo
Recurso VI	PEON	Javier
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

**Trabajo Productivo:**

- TP Trabajo Productivo
- TC Trabajo contributivo
- INC Trabajo No contributivo

**Trabajo Productivo:**

- EN Ensamblado de malla

**Trabajo Contributivo**

- CO Corte de acero
- DO Doblado de acero
- AC Acarreo de material

**Trabajo No Contributivo**

- LS Espera por material faltante
- TO Tiempo Ocioso
- VI Viajes innecesarios
- AS Ausente (este tiempo no se cobra)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min.

64	FS	FS	DO	DO	DO	CO	
65	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
66	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
67	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
68	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
69	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
70	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
71	FS	FS	DO	DO	DO	CO	
72	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
73	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
74	FS	FS	DO	DO	DO	CO	
75	ES	ES	DO	DO	DO	CO	
76	FS	FS	DO	DO	DO	CO	
77	FN	FN	DO	DO	DO	CO	Se comienza con ensablado
78	EN	EN	DO	DO	DO	CO	
79	EN	EN	DO	DO	DO	CO	
80	EN	EN	DO	VI	DO	CO	Oficial va a traer material
81	EN	EN	DO	VI	DO	CO	
82	EN	EN	DO	VI	DO	CO	
83	FN	FN	DO	VI	TO	VI	Peón se retira a hacer cambio de mascarilla
84	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
85	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
86	FN	FN	DO	VI	TO	VI	
87	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
88	FN	FN	DO	VI	TO	VI	
89	FN	FN	DO	VI	TO	VI	
90	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
91	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
92	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
93	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
94	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
95	FN	FN	DO	VI	TO	VI	Peón regresa a acarrear más material
96	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
97	EN	EN	DO	VI	TO	VI	
98	FN	FN	DO	VI	CO	VI	
99	EN	EN	DO	VI	CO	VI	
100	FN	FN	DO	CO	CO	VI	
101	EN	EN	DO	CO	CO	VI	
102	EN	EN	ES	CO	CO	VI	Oficial espera por falta de material
103	EN	EN	ES	CO	CO	VI	
104	EN	EN	ES	CO	CO	VI	
105	FN	FN	FS	CO	CO	VI	
106	EN	EN	ES	CO	CO	VI	
107	FN	FN	FS	CO	CO	VI	
108	FN	FN	FS	CO	CO	VI	
109	EN	EN	ES	TO	CO	AS	Peón se retira a otra área de trabajo
110	FN	FN	FS	TO	CO	AS	
111	EN	EN	ES	TO	CO	AS	
112	EN	EN	ES	TO	CO	AS	
113	EN	EN	ES	TO	CO	AS	
114	EN	EN	ES	TO	CO	AS	
115	EN	EN	ES	TO	CO	AS	
116	EN	EN	ES	TO	TO	AS	
117	FN	FN	FS	TO	TO	AS	
118	EN	EN	ES	TO	TO	AS	
119	FN	FN	FS	TO	TO	AS	
120	FN	FN	FS	TO	TO	AS	Fin del muestreo del primer día
121	EN	EN	ES	AC	AC	AC	Se ensambla material sobrante día anterior
122	FN	FN	FS	AC	AC	AC	
123	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
124	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
125	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
126	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
127	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
128	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
129	FN	FN	FS	AC	AC	AC	
130	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
131	FN	FN	FS	AC	AC	AC	
132	FN	FN	FS	AC	AC	AC	
133	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
134	FN	FN	FS	AC	AC	AC	
135	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
136	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
137	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
138	EN	EN	ES	AC	AC	AC	
139	EN	EN	CO	AC	AC	AC	Oficial comienza con el corte de acero
140	EN	EN	CO	AC	AC	AC	



141	CS	ES	CO	AC	TO	AC	Operarios dejan de ensamblar por falta de material
142	ES	ES	CO	AC	TO	AC	Peón deja de acarrear material
143	ES	ES	CO	AC	TO	AC	
144	ES	ES	CO	AC	IO	AC	
145	ES	ES	CO	AC	TO	AC	
146	ES	ES	CO	AC	IO	AC	
147	ES	ES	CO	AC	TO	AC	
148	CS	CS	CO	CO	TO	AC	
149	ES	ES	CO	CO	IO	AC	
150	ES	ES	CO	CO	TO	AC	
151	ES	ES	CO	CO	IO	AC	
152	ES	ES	CO	CO	TO	AC	
153	CS	CS	CO	CO	AC	AC	
154	ES	ES	CO	CO	AC	AC	
155	CS	CS	CO	CO	AC	AC	
156	ES	ES	CO	CO	AC	AC	
157	ES	ES	CO	TO	AC	AC	
158	ES	ES	CO	IO	AC	AC	
159	ES	ES	CO	TO	AC	AC	
160	CS	TO	CO	TO	AC	AC	Operario 2 comienza a hablar por celular
161	ES	IO	CO	IO	AC	AC	
162	CS	TO	DO	TO	AC	AC	
163	EN	IO	DO	IO	AC	AC	Operarios comienzan a ensamblar nuevamente.
164	EN	TO	DO	TO	AC	AC	
165	CN	TO	DO	TO	AC	AC	
166	EN	TO	DO	TO	AC	AC	
167	CN	TO	DO	TO	AC	AC	
168	EN	IO	DO	IO	IO	AC	
169	EN	TO	DO	DO	TO	AC	
170	EN	IO	DO	DO	IO	AC	
171	EN	TO	DO	DO	TO	CO	
172	CN	TO	DO	DO	TO	CO	
173	FN	IO	DO	DO	IO	CO	
174	CN	CN	DO	DO	TO	CO	
175	FN	FN	DO	DO	IO	DO	
176	EN	EN	DO	DO	TO	DO	
177	CN	CN	DO	DO	TO	DO	
178	EN	EN	DO	DO	TO	DO	
179	CN	CN	DO	DO	TO	DO	
180	FN	FN	DO	DO	CO	DO	
181	EN	EN	DO	DO	CO	DO	
182	FN	FN	DO	DO	CO	DO	
183	EN	EN	DO	DO	CO	DO	
184	CN	CN	DO	TO	CO	DO	
185	EN	EN	DO	TO	CO	DO	
186	CN	CN	DO	TO	CO	DO	
187	FN	FN	DO	IO	CO	DO	
188	EN	EN	DO	TO	CO	DO	
189	FN	FN	DO	IO	CO	DO	
190	AS	EN	DO	TO	VI	DO	Peones regresan a traer material nuevamente
191	AS	CN	DO	TO	VI	VI	Operario 1 se ausenta
192	AS	FN	DO	IO	VI	VI	
193	AS	CN	DO	TO	VI	VI	
194	AS	FN	AS	IO	VI	VI	Oficial se ausenta
195	AS	EN	AS	TO	VI	VI	
196	AS	CN	AS	TO	VI	VI	
197	AS	EN	AS	TO	VI	VI	
198	AS	CN	AS	TO	VI	VI	
199	FN	FN	AS	IO	VI	VI	Operarios ensamblan malla
200	EN	EN	AS	TO	VI	VI	
201	FN	FN	AS	IO	VI	VI	
202	EN	EN	AS	TO	VI	VI	
203	CN	CN	AS	TO	VI	VI	
204	FN	FN	FS	FS	VI	VI	Oficiales empiezan a esperar por falta de material
205	CN	CN	CS	CS	VI	VI	
206	FN	FN	FS	FS	VI	VI	
207	EN	EN	ES	ES	VI	VI	
208	CN	CN	ES	ES	VI	VI	
209	EN	EN	ES	ES	VI	VI	Peón 1 se retira por falta de mascarilla
210	CN	CN	CS	CS	VI	VI	
211	FN	FN	FS	FS	VI	VI	
212	EN	EN	ES	ES	VI	VI	
213	FN	FN	FS	FS	VI	VI	
214	EN	EN	ES	ES	VI	VI	
215	CN	CN	ES	ES	VI	VI	
216	FN	FN	FS	FS	VI	VI	
217	CN	CN	CS	CS	VI	VI	

218	EN	EN	ES	ES	VI	VI	
219	EN	EN	ES	ES	CO	VI	Peón inicia nuevamente corte de acero
220	FN	FN	FS	FS	CO	VI	
221	EN	EN	ES	ES	CO	VI	
222	FN	FN	FS	FS	CO	CO	
223	FN	FN	CO	CO	CO	CO	Oficiales y peones siguen con el corte de acero
224	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
225	FN	FN	CO	CO	CO	CO	
226	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
227	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
228	FN	FN	CO	CO	CO	CO	
229	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
230	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
231	EN	EN	CO	CO	CO	CO	
232	EN	EN	CO	CO	DO	CO	inicia doblado de acero nuevamente
233	EN	EN	CO	CO	DO	CO	
234	EN	EN	CO	CO	DO	CO	
235	EN	EN	CO	CO	DO	TO	
236	EN	EN	DO	DO	DO	IO	
237	EN	EN	DO	DO	DO	TO	
238	EN	EN	DO	DO	DO	IO	
239	EN	EN	DO	DO	DO	IO	
240	EN	EN	DO	DO	DO	TO	Fin del segundo día de muestreo
241	EN	EN	IO	CO	IO	IO	Inicio del tercer muestreo
242	FN	FN	TO	CO	TO	TO	Operarios se encuentran ensamblando
243	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
244	EN	EN	IO	CO	IO	IO	
245	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
246	EN	EN	IO	CO	IO	TO	
247	EN	EN	IO	CO	IO	IO	Peones conversando
248	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
249	EN	EN	TO	CO	TO	TO	
250	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
251	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
252	EN	EN	TO	CO	TO	TO	
253	FN	FN	TO	CO	TO	TO	
254	EN	EN	TO	CO	TO	TO	
255	EN	EN	AS	CO	TO	TO	Oficial se ausenta
256	FN	FN	AS	CO	TO	TO	
257	EN	EN	AS	CO	AC	AC	Se empieza con acarreo de material
258	EN	EN	AS	CO	AC	AC	
259	EN	EN	AS	CO	AC	AC	
260	EN	EN	AS	CO	AC	AC	
261	EN	EN	AS	CO	AC	AC	
262	EN	EN	AS	CO	AC	AC	
263	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
264	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
265	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
266	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
267	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
268	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
269	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
270	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
271	FN	FN	AS	AC	AC	AC	
272	EN	EN	AS	AC	AC	AC	
273	FN	FN	AS	AC	AC	AC	
274	FN	FN	DO	AC	AC	AC	Se inicia doblado de acero
275	EN	EN	DO	AC	AC	AC	
276	FN	FN	DO	AC	AC	AC	
277	EN	EN	DO	CO	AC	AC	
278	EN	EN	DO	CO	AC	AC	Operarios comienzan a esperar por falta de material
279	FN	FN	DO	CO	AC	AC	
280	EN	EN	DO	CO	AC	AC	
281	FN	FN	DO	CO	TO	AC	Peón conversa por celular
282	FN	FN	DO	CO	TO	AC	
283	EN	EN	DO	CO	TO	AC	
284	FN	FN	DO	CO	TO	AC	
285	EN	EN	DO	CO	TO	AC	
286	EN	EN	DO	CO	TO	AC	
287	FN	FN	DO	CO	TO	AC	
288	EN	EN	DO	CO	TO	AC	
289	ES	ES	DO	CO	TO	AC	Comienza espera de operarios por falta de material
290	ES	ES	DO	CO	TO	AC	
291	ES	ES	DO	CO	TO	AC	
292	ES	ES	DO	CO	IO	AC	
293	ES	ES	DO	CO	CO	CO	
294	ES	AS	DO	CO	CO	CO	Operario 2 se ausenta y se retira a otra área

295	ES	AS	DO	CO	CO	CO	
296	ES	AS	DO	CO	CO	CO	
297	ES	AS	DO	DO	CO	CO	
298	ES	AS	DO	DO	CO	CO	
299	FS	AS	DO	DO	CO	CO	
300	ES	AS	DO	DO	CO	CO	
301	FS	AS	DO	DO	CO	CO	
302	EN	AS	DO	DO	CO	CO	
303	EN	AS	DO	DO	CO	TO	Peon habla por celular y va 55min
304	EN	AS	DO	DO	CO	IO	
305	EN	AS	DO	DO	CO	TO	
306	EN	EN	DO	DO	CO	TO	Operario se presenta y comienza ensamble
307	FN	FN	DO	DO	TO	TO	
308	EN	EN	DO	DO	TO	TO	
309	FN	FN	DO	DO	TO	TO	
310	EN	FN	DO	DO	IO	IO	
311	EN	EN	DO	DO	TO	TO	
312	FN	FN	DO	AS	TO	IO	
313	EN	EN	DO	AS	TO	IO	
314	EN	EN	DO	AS	TO	TO	
315	FN	FN	DO	AS	TO	TO	
316	EN	EN	DO	AS	TO	TO	
317	FN	FN	DO	AS	TO	TO	
318	TO	FN	DO	AS	TO	TO	
319	TO	FN	DO	AS	IO	IO	
320	TO	FN	DO	AS	TO	TO	
321	TO	EN	VI	AS	CO	IO	Oficial se retira a hacer cambio de mascarilla
322	TO	EN	VI	AS	CO	TO	
323	TO	EN	VI	AS	CO	TO	
324	TO	EN	VI	AS	CO	TO	
325	TO	EN	VI	AS	CO	TO	
326	TO	FN	VI	DO	CO	CO	
327	TO	FN	VI	DO	CO	CO	
328	FN	FN	VI	DO	CO	CO	
329	FN	FN	VI	DO	CO	CO	
330	EN	EN	VI	DO	CO	CO	
331	EN	EN	VI	DO	CO	CO	
332	EN	EN	VI	DO	DO	DO	
333	EN	EN	VI	DO	DO	DO	
334	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
335	FN	FN	DO	DO	DO	DO	
336	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
337	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
338	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
339	FN	FN	DO	DO	DO	DO	
340	FN	FN	DO	DO	DO	DO	
341	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
342	EN	EN	DO	DO	DO	DO	
343	EN	EN	TO	DO	DO	DO	
344	EN	EN	TO	DO	DO	DO	
345	FN	FN	TO	DO	DO	DO	
346	FN	FN	TO	DO	DO	DO	
347	EN	EN	TO	DO	VI	VI	Peones van a traer material (innecesariamente)
348	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
349	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
350	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
351	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
352	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
353	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
354	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
355	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
356	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
357	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
358	EN	EN	TO	DO	VI	VI	
359	FN	FN	TO	DO	VI	VI	
360	EN	EN	TO	DO	VI	VI	Fin del tercer muestreo.

	I	II	III	IV	V	VI
EN	230	234	0	0	0	0
CO	0	0	72	102	95	78
DO	0	0	132	105	47	31
AC	0	0	15	58	59	107
ES	96	67	56	19	0	0
FS	25	47	43	44	88	81
FN	0	0	13	20	43	71
TT	351	348	331	346	330	348

TOTAL	
464	23%
347	17%
315	15%
237	12%
238	12%
306	15%
147	7%
2054	100%



**ANEXO N°14. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD  
"ENCOFRADOS" – ANTES.**

FORMATO							
CARTA DE BALANCE							
PROYECTO: LOMAS DE NUEVA ESPERANZA-BELLAVISTA	Fecha: Septiembre-2021 Página 1 de 2						
MUESTREADOR: AUTOR	ACTIVIDAD: ENCOFRADOS						
FECHA: 01 SEPTIEMBRE 2021	DESCRIPCIÓN: ENCOFRADOS HORIZONTALES Y VERTICALES HORA INICIO: 06:00 am						
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	EN	EN	CO	CO			Comienzo de día 1 de muestreo
2	EN	EN	CO	CO			Peones se encuentran cortando paneles
3	EN	EN	CO	CO			
4	FN	FN	CO	CO			
5	EN	EN	CO	CO			
6	EN	EN	CO	CO			
7	EN	EN	CO	CO			
8	EN	EN	CO	CO			
9	EN	EN	CO	CO			
10	EN	EN	CO	CO			
11	EN	EN	CO	CO			
12	EN	EN	CO	CO			
13	EN	EN	CO	CO			
14	EN	ES	CO	CO			
15	EN	ES	CO	CO			
16	EN	ES	CO	CO			
17	FN	FS	CO	CO			
18	FN	FS	CO	CO			
19	EN	ES	CO	CO			
20	EN	ES	CO	CO			
21	IA	FS	CO	IO			Operario taladra paneles
22	IA	FS	IA	IO			Peon taladra paneles
23	IA	FS	IA	IO			
24	TA	ES	TA	TO			
25	IA	FS	IA	IO			
26	IA	FS	IA	IO			
27	IA	FS	IA	IO			
28	TA	ES	TA	TO			
29	TA	ES	TA	TO			
30	TA	ES	TA	TO			
31	TA	FN	TA	TO			
32	TA	EN	ES	TO			Peones esperan por falta de indicaciones
33	EN	EN	ES	ES			Operarios ensamblan paneles
34	EN	EN	ES	ES			
35	EN	EN	ES	ES			
36	EN	EN	ES	ES			
37	EN	EN	ES	ES			
38	EN	EN	ES	ES			
39	EN	EN	ES	ES			
40	EN	EN	ES	ES			
41	EN	EN	ES	ES			
42	EN	EN	ES	ES			
43	EN	EN	ES	ES			
44	FN	FN	FS	FS			
45	EN	EN	ES	ES			
46	EN	EN	ES	ES			
47	EN	EN	ES	ES			
48	FN	FN	FS	FS			
49	FN	FN	FS	FS			
50	FN	FN	FS	FS			
51	EN	EN	ES	ES			
52	EN	EN	ES	ES			
53	FN	FN	FS	FS			
54	FN	FN	FS	FS			
55	FN	FN	FS	FS			
56	EN	EN	ES	ES			
57	EN	EN	ES	ES			
58	EN	EN	ES	ES			
59	FN	FN	FS	FS			
60	EN	EN	ES	ES			
61	EN	EN	ES	ES			
62	EN	EN	ES	ES			
63	EN	EN	ES	ES			

**Clasificación del Recurso:**

	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OPERARIO	Gobernez
Recurso II	OPERARIO	Ruiz
Recurso III	PEÓN	Ramos
Recurso IV	PEÓN	Jose
Recurso V		
Recurso VI		
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

- TP Trabajo Productivo
- TC Trabajo contributivo
- TNC Trabajo no contributivo

**Trabajo Productivo:**

- FN Ensamblado de paneles

**Trabajo Contributivo:**

- NI Nivelación de muros
- AC Acarreo de paneles fen.
- CO Corte de paneles fen.
- TA Taladrado de paneles fen.

**Trabajo No Contributivo:**

- ES Espera por material faltante
- ID Tiempo Ocioso
- VI Viajes innecesarios
- AS Ausente (este tiempo no se cu)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min



64	EN	EN	ES	ES			
65	EN	EN	ES	ES			
66	EN	EN	ES	ES			
67	FN	FN	AC	FS			Peón 1 comienza acarreo de paneles
68	EN	EN	AC	ES			
69	EN	EN	AC	ES			
70	EN	EN	AC	ES			
71	FN	FN	AC	FS			
72	EN	EN	AC	ES			
73	FN	FN	AC	FS			
74	EN	EN	AC	AC			Peón 2 comienza acarreo paneles
75	EN	EN	AC	AC			
76	EN	EN	AC	AC			
77	FN	FN	AC	AC			
78	EN	EN	AC	AC			
79	EN	EN	AC	AC			
80	AC	FN	AC	AC			Operario acarrea material
81	AC	FN	AC	AC			
82	AC	EN	AC	AC			
83	AC	EN	AC	AC			
84	NI	FN	AC	AC			Operario 1 empieza la nivelación de muros
85	NI	FN	AC	AC			
86	NI	FN	AC	AC			
87	NI	FN	AC	AC			
88	NI	FN	AC	AC			
89	NI	FN	AC	AC			
90	NI	FS	NI	AC			Operario 2 espera por falta de indicaciones
91	NI	ES	NI	AC			Peón 2 empieza nivelación de muro
92	NI	ES	NI	AC			
93	NI	ES	NI	AC			
94	NI	FS	NI	AC			
95	NI	ES	NI	AC			
96	NI	ES	NI	AC			
97	NI	ES	NI	AC			
98	NI	ES	NI	AC			
99	NI	ES	NI	AC			
100	NI	ES	NI	AC			
101	NI	ES	NI	NI			Peón 2 empieza nivelado de muros
102	NI	ES	NI	NI			
103	NI	NI	NI	NI			Todos los obreros nivelando muros
104	NI	NI	NI	NI			
105	NI	NI	NI	NI			
106	NI	NI	NI	NI			
107	NI	NI	NI	NI			
108	NI	NI	NI	NI			
109	NI	NI	NI	NI			
110	TO	NI	NI	NI			Operario 1 conversa por celular
111	TO	NI	NI	NI			
112	TO	NI	NI	NI			
113	TO	NI	NI	NI			
114	TO	NI	NI	NI			
115	TO	NI	NI	NI			
116	TO	NI	NI	NI			
117	TO	NI	NI	NI			
118	TO	NI	NI	NI			
119	TO	NI	NI	NI			
120	TO	NI	NI	NI			Fin de primer muestreo
121	CO	AS	CO	CO			Comienzo de día 2 de muestreo
122	CO	AS	CO	CO			Operario 2 ausente
123	CO	AS	CO	CO			Operario 1 y peones cortan paneles
124	CO	AS	CO	CO			
125	CO	AS	CO	CO			
126	CO	AS	CO	CO			
127	CO	CO	TO	CO			Peón 1 conversa con compañero
128	CO	CO	TO	CO			
129	CO	CO	TO	CO			
130	CO	CO	TO	CO			
131	CO	CO	TO	CO			
132	CO	CO	CO	CO			
133	ES	CO	CO	CO			Operario 1 espera por falta de material
134	FS	CO	CO	CO			
135	ES	CO	CO	CO			
136	FS	CO	CO	CO			
137	ES	CO	CO	CO			
138	ES	CO	CO	CO			
139	ES	CO	CO	CO			
140	FS	FS	CO	CO			Operario 2 espera por falta de material



141	TA	ES	CO	TA		Operario 1 empieza tablado de paneles
142	TA	ES	CO	TA		
143	TA	ES	CO	TA		
144	IA	ES	CO	IA		
145	TA	ES	CO	TA		
146	IA	EN	CO	IA		Operario 2 empieza ensamblado de paneles
147	TA	EN	CO	TA		
148	TA	EN	CO	TA		
149	IA	EN	CO	IA		
150	TA	EN	CO	TA		
151	IA	EN	CO	IA		
152	TA	EN	CO	TA		
153	TA	EN	CO	ES		Peón 2 espera por falta de paneles
154	EN	EN	CO	ES		
155	EN	EN	CO	ES		
156	EN	EN	CO	ES		
157	EN	EN	CO	ES		
158	EN	EN	CO	ES		
159	EN	EN	CO	ES		
160	EN	EN	CO	ES		
161	EN	EN	ES	ES		Peón 3 espera por falta de indicaciones
162	EN	EN	ES	ES		
163	EN	EN	ES	ES		
164	EN	EN	ES	ES		
165	EN	EN	ES	ES		
166	EN	EN	ES	ES		
167	EN	EN	ES	ES		
168	EN	EN	ES	ES		Operarios se encuentran ensamblando paneles
169	EN	EN	ES	ES		
170	EN	EN	ES	ES		
171	EN	EN	ES	ES		
172	EN	EN	ES	ES		
173	EN	EN	ES	ES		
174	EN	EN	ES	ES		
175	EN	EN	ES	ES		
176	EN	EN	ES	ES		
177	EN	EN	ES	ES		
178	EN	EN	ES	ES		
179	EN	EN	ES	ES		
180	EN	EN	ES	ES		
181	EN	EN	ES	ES		
182	EN	EN	ES	ES		
183	EN	EN	ES	ES		
184	EN	EN	ES	ES		
185	EN	EN	ES	ES		
186	EN	EN	ES	ES		
187	EN	EN	ES	ES		Peón 1 se retira a otra área a conversar
188	EN	EN	ES	ES		
189	EN	EN	ES	ES		
190	EN	EN	ES	ES		
191	EN	EN	ES	ES		
192	EN	EN	ES	ES		
193	EN	EN	ES	ES		
194	EN	EN	ES	ES		Peones acarrear más material
195	EN	EN	ES	ES		
196	EN	EN	ES	ES		
197	EN	EN	ES	ES		
198	EN	EN	ES	ES		
199	EN	EN	ES	ES		
200	AC	EN	AC	AC		Operario ayuda con acarreo de material
201	AC	EN	AC	AC		
202	AC	EN	AC	AC		
203	AC	EN	AC	AC		
204	AC	EN	AC	AC		
205	AC	EN	AC	AC		
206	AC	EN	AC	AC		
207	AC	EN	AC	AC		
208	AC	EN	AC	AC		
209	AC	EN	AC	AC		
210	AC	TO	NI	AC		Operario 2 conversa por celular
211	AC	TO	NI	AC		Peón 1 comienza nivelado de muros
212	AC	TO	NI	AC		
213	AC	TO	NI	AC		
214	NI	TO	NI	AC		Operario 1 comienza con la nivelación de muros
215	NI	TO	NI	AC		
216	NI	TO	NI	AC		
217	NI	TO	NI	AC		





295	VI	EN	ES	ES		
296	VI	EN	ES	ES		
297	EN	EN	ES	ES		
298	FN	FN	FS	FS		
299	EN	EN	ES	ES		
300	EN	EN	ES	ES		
301	EN	TO	ES	ES		Operario 2 habla conversa con peón
302	EN	TO	ES	TO		
303	EN	IO	ES	IO		
304	FN	TO	FS	TO		
305	EN	TO	ES	TO		
308	EN	TO	ES	TO		
307	FN	TO	AC	TO		Peón empieza con acarreos de pavidos
308	EN	TO	AC	TO		
309	EN	IO	AC	IO		
310	EN	EN	AC	TO		Ambos operarios ensamblan paneles
311	EN	FN	AC	TO		
312	EN	EN	AC	TO		
313	FN	FN	AC	IO		
314	EN	EN	AC	AC		
315	EN	EN	AC	AC		
316	EN	EN	AC	AC		
317	FN	FN	AC	AC		
318	EN	EN	AC	AC		
319	EN	EN	AC	AC		
320	EN	EN	AC	AC		
321	EN	EN	AC	AC		
322	EN	EN	AC	AC		
323	EN	TO	AC	AC		Operario 2 se retira a SSIHH
324	EN	IO	AC	AC		
325	EN	TO	AC	AC		
326	FN	TO	AC	AC		
327	EN	TO	AC	AC		
328	EN	IO	AC	VI		Peón va a traer material innecesariamente
329	NI	TO	AC	VI		
330	NI	ES	NI	VI		Operario y peón 1 nivelan muros
331	NI	ES	NI	VI		Operario 2 espera
332	NI	FS	NI	VI		
333	NI	ES	NI	VI		
334	NI	ES	NI	VI		
335	NI	FS	NI	VI		
336	NI	ES	NI	AC		
337	NI	ES	NI	AC		
338	NI	ES	NI	AC		
339	NI	ES	NI	AC		
340	NI	ES	NI	AC		
341	NI	FS	NI	AC		
342	NI	ES	TO	AC		Peón 1 conversa por celular
343	NI	NI	IO	AC		
344	NI	NI	TO	AC		
345	NI	NI	TO	AC		
346	NI	NI	TO	NI		Peón 2 empieza nivelación de muro
347	NI	NI	TO	NI		
348	NI	NI	TO	NI		
349	NI	NI	NI	NI		
350	IO	NI	NI	NI		Operario 1 coge celular
351	TO	NI	NI	NI		
352	TO	NI	NI	NI		
353	TO	NI	NI	NI		
354	VI	NI	NI	NI		Operario va a cambiar sus mascarillas por oreadorlas
355	VI	NI	NI	NI		
356	VI	NI	NI	NI		
357	VI	NI	NI	TO		
358	VI	NI	NI	TO		
359	VI	NI	NI	TO		
360	VI	NI	NI	TO		Fin del muestreo

EM	161	179	0	0	0	0
NI	63	54	81	44	0	0
AC	18	0	62	78	0	0
CO	12	23	68	60	0	0
TA	37	0	20	22	0	0
FN	28	62	96	95	0	0
EN	26	26	24	63	0	0
VI	15	0	9	8	0	0
TT	360	343	360	360	0	0

**TOTAL**

340	24%
242	17%
158	11%
163	11%
79	6%
281	20%
128	9%
32	2%
1423	100%

**ANEXO N°15. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD "SOLAQUEOS"  
- ANTES.**

FORMATO		Fecha: Septiembre 2021
CARTA DE BALANCE		Página 1 de 2
PROYECTO: VILLA BONITA CONDOMINIO-5TA ETAPA		ACTIVIDAD: SOLAQUEOS
MUESTREADOR: AUTOR		DESCRIPCIÓN: SOLAQUFOS DE MUROS
FECHA: 04 SEPTIEMBRE 2021		HORA INICIO: 08:00 am

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	ES	ES	AC	AS			Comienzo del primer día
2	ES	ES	AC	AS			Se comienza con acarreo de material
3	FS	FS	AC	AS			Podría encontrarse ausente y operarios en espera
4	ES	ES	AC	AS			
5	FS	FS	AC	AS			
6	ES	ES	AC	AS			
7	ES	ES	AC	AS			
8	ES	ES	AC	AS			
9	ES	ES	AC	AS			
10	ES	ES	AC	AS			
11	ES	ES	AC	AS			
12	FS	FS	AC	AC			
13	ES	ES	AC	AC			
14	FS	FS	AC	AC			
15	ES	ES	AC	AC			
16	ES	ES	AC	AC			
17	ES	ES	AC	AC			
18	ES	ES	AC	AC			
19	TO	ES	AC	AC			
20	TO	FS	AC	AC			
21	TO	ES	AC	AC			
22	TO	FS	AC	AC			
23	TO	FS	II	AC			Operario 1 empieza limpieza de rebabas
24	TO	ES	U	AC			
25	TO	FS	II	AC			
26	TO	ES	U	AC			
27	TO	ES	U	AC			
28	TO	ES	U	AC			
29	TO	ES	U	AC			
30	TO	U	U	AC			Operario 2 comienza con limpieza de rebabas
31	TO	U	U	AC			
32	TO	U	U	AC			
33	TO	U	U	U			Operario 1 va a SSH por tiempo prolongado
34	TO	U	U	U			
35	TO	U	U	U			
36	TO	U	U	U			
37	TO	U	U	U			Operario 2 deja de trabajar en limpieza de rebabas
38	TO	ES	U	U			Operario 2 comienza a esperar nuevamente
39	TO	ES	U	U			
40	TO	ES	U	U			
41	TO	ES	U	U			
42	TO	ES	U	U			
43	TO	FS	U	U			
44	ES	ES	U	U			
45	FS	FS	U	U			
46	ES	ES	U	U			
47	ES	ES	U	U			
48	ES	ES	U	U			
49	ES	ES	U	U			
50	ES	ES	U	U			
51	FS	TO	U	U			Operario 2 conversa con compañero
52	ES	TO	U	U			
53	ES	TO	U	U			
54	FS	TO	U	U			
55	ES	TO	U	U			
56	FS	TO	U	U			
57	ES	TO	U	U			
58	ES	TO	U	U			
59	ES	TO	U	U			
60	ES	TO	U	U			
61	ES	TO	U	U			
62	FS	FS	U	U			
63	FS	FS	U	U			

**Clasificación del Recurso:**

Recurso	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OPERARIO	Chavez
Recurso II	OPERARIO	Tamayo
Recurso III	PCON	Jufo
Recurso IV	PCON	Miranda
Recurso V		
Recurso VI		
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

- TP: Trabajo Productivo
- TC: Trabajo contributivo
- INC: Trabajo No contributivo

**Trabajo Productivo:**

- SO: Solsqueo

**Trabajo Contributivo:**

- AC: Acarreo de material
- II: Limpieza de rebabas
- PR: Preparación de mezcla

**Trabajo No Contributivo:**

- FS: Esperas
- TO: Tiempo Ocioso
- VI: Viajes innecesarios
- IE: Trabajo Rehecho
- AS: Ausente (este tiempo no se cobra)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min



64	ES	ES	LI	LI	
65	ES	ES	U	U	
66	AS	ES	LI	LI	Operario 1 se asienta
67	AS	ES	LI	LI	
68	AS	ES	LI	LI	
69	AS	ES	LI	LI	
70	AS	ES	LI	LI	
71	AS	ES	LI	LI	
72	AS	ES	PR	LI	Peón 1 empieza con la preparación de mezcla
73	AS	ES	PR	LI	
74	AS	ES	PR	PR	Peón 2 empieza con preparación de mezcla
75	AS	ES	PR	PR	
76	AS	ES	PR	PR	
77	AS	ES	PR	PR	
78	AS	ES	PR	PR	
79	AS	ES	PR	PR	
80	AS	ES	PR	PR	
81	AS	ES	PR	PR	
82	AS	ES	PR	PR	
83	AS	ES	PR	PR	
84	AS	ES	PR	PR	
85	AS	ES	PR	PR	
86	AS	ES	PR	PR	
87	AS	ES	PR	PR	
88	AS	ES	PR	PR	
89	AS	ES	PR	PR	
90	AS	ES	PR	PR	
91	ES	SO	PR	TO	Operario 1 vuelve a su puesto y empieza Salajubo
92	ES	SO	PR	TO	
93	ES	SO	PR	TO	
94	ES	SO	PR	TO	Peón beta la mezcla y tiene que rehacerla
95	ES	SO	TE	TO	
96	ES	SO	TE	TO	
97	ES	SO	TE	TO	
98	ES	SO	TE	TO	
99	ES	SO	TE	TO	
100	ES	SO	TE	TO	
101	ES	SO	TE	TO	
102	ES	SO	TE	TO	
103	ES	SO	TE	TO	
104	ES	SO	TE	TO	
105	ES	SO	TE	TO	
106	ES	SO	TE	TO	
107	ES	SO	TE	TO	
108	ES	SO	TE	TO	
109	ES	SO	TE	TO	
110	ES	SO	TE	TO	
111	ES	SO	TE	TO	
112	ES	SO	TE	VI	Viaje innecesario por cambio de mascarilla
113	ES	SO	TE	VI	
114	SO	SO	TO	VI	
115	SO	SO	TO	VI	
116	SO	SO	TO	VI	
117	SO	SO	TO	VI	
118	SO	SO	TO	VI	
119	SO	SO	TO	VI	
120	SO	SO	TO	VI	Fin del muestreo del primer día
121	ES	AS	TO	AC	Comienza del segundo muestreo
122	ES	AS	TO	AC	Operario 2 ausente, peon 1 conversando
123	ES	AS	TO	AC	
124	ES	AS	TO	AC	
125	ES	AS	TO	AC	
126	ES	AS	TO	AC	
127	ES	AS	TO	AC	
128	ES	AS	TO	AC	
129	ES	AS	TO	AC	
130	ES	AS	TO	AC	
131	ES	AS	TO	AC	
132	ES	AS	AC	AC	
133	ES	ES	AC	AC	
134	ES	ES	AC	AC	
135	ES	ES	AC	AC	
136	ES	ES	AC	AC	
137	ES	ES	AC	AC	
138	ES	ES	AC	AC	
139	ES	ES	AC	LI	Peón 2 inicia limpieza de rebabas
140	ES	ES	AC	LI	

141	ES	ES	AC	LI			
142	ES	ES	AC	LI			
143	ES	ES	AC	LI			
144	ES	ES	AC	LI			
145	ES	ES	AC	LI			
146	ES	ES	AC	LI			
147	TO	FS	AC	II		Operario 1 se retira a conversar con compañero	
148	TO	ES	AC	LI			
149	TO	ES	AC	LI			
150	TO	ES	AC	LI			
151	TO	FS	AC	LI			
152	TO	ES	AC	LI			
153	TO	FS	II	II		Peón 1 empieza limpieza de rebabas	
154	TO	FS	LI	LI			
155	TO	ES	LI	LI			
156	TO	ES	LI	LI			
157	TO	ES	LI	LI			
158	TO	FS	LI	LI			
159	TO	ES	LI	LI			
160	TO	FS	II	TO		Peón 2 conversa por celular	
161	TO	ES	LI	TO			
162	ES	ES	LI	TO		Operarios se encuentran esperando y conversando	
163	ES	ES	LI	TO			
164	ES	ES	LI	TO			
165	ES	ES	LI	TO			
166	ES	ES	LI	TO			
167	FS	FS	II	TO			
168	ES	ES	LI	TO			
169	ES	ES	LI	LI			
170	ES	ES	LI	LI			
171	ES	ES	LI	LI			
172	ES	ES	LI	LI			
173	FS	FS	II	II			
174	FS	FS	VI	II			
175	ES	ES	VI	LI			
176	ES	ES	VI	LI			
177	ES	ES	VI	LI			
178	FS	FS	VI	LI			
179	ES	ES	VI	LI			
180	FS	FS	VI	II			
181	ES	ES	VI	LI			
182	ES	ES	LI	LI			
183	TO	ES	LI	LI			
184	TO	ES	LI	LI			
185	TO	FS	LI	LI			
186	TO	ES	LI	LI			
187	TO	FS	II	II			
188	TO	ES	LI	LI			
189	TO	ES	LI	LI			
190	TO	ES	LI	PR		Peón 2 inicia preparación de mezcla	
191	TO	ES	LI	PR			
192	TO	ES	LI	PR			
193	TO	ES	LI	PR			
194	TO	FS	II	PR			
195	TO	ES	LI	PR			
196	TO	FS	LI	PR			
197	TO	ES	LI	PR			
198	TO	ES	LI	PR			
199	ES	ES	LI	PR			
200	FS	FS	LI	PR			
201	FS	FS	II	PR			
202	ES	ES	LI	PR			
203	FS	FS	LI	PR			
204	ES	ES	PR	PR		Peón 1 inicia preparación de mezcla	
205	ES	ES	PR	PR			
206	ES	ES	PR	PR			
207	FS	FS	PR	PR			
208	ES	SO	PR	TO		Peón 2 se encuentra sin tarea y practica tiempo ocioso	
209	ES	SO	PR	TO			
210	FS	SO	PR	TO			
211	ES	SO	PR	TO			
212	ES	SO	PR	TO			
213	ES	SO	PR	TO			
214	FS	SO	PR	TO			
215	ES	SO	PR	TO			
216	FS	SO	PR	TO			
217	FS	SO	PR	TO			



218	SO	SO	TO	TO			Peón 1 se encuentra sin tarea y practica tiempo ocioso
219	SO	SO	TO	TO			
220	SO	SO	TO	TO			
221	SO	SO	TO	TO			
222	SO	SO	TO	TO			
223	SO	SO	TO	TO			
224	SO	SO	TO	TO			
225	SO	SO	TO	TO			
226	SO	SO	TO	TO			
227	SO	SO	TO	TO			
228	SO	SO	TO	TO			
229	SO	SO	TO	TO			
230	SO	SO	AS	TO			Peón 1 se ausenta del puesto
231	SO	SO	AS	TO			
232	SO	SO	AS	TO			
233	SO	SO	AS	TO			
234	SO	SO	AS	TO			
235	SO	SO	AS	TO			
236	SO	SO	AS	TO			
237	SO	SO	AS	TO			
238	SO	SO	AS	TO			
239	SO	SO	AS	TO			
240	SO	SO	AS	TO			Fin del segundo día de muestreo
241	AC	ES	AC	AC			Inicio del tercer muestreo
242	AC	FS	AC	AC			
243	AC	FS	AC	AC			
244	AC	ES	AC	AC			
245	AC	ES	AC	AC			
246	AC	FS	AC	AC			
247	AC	FS	AC	AC			
248	AC	ES	AC	AC			
249	AC	ES	AC	AC			
250	AC	FS	AC	AC			
251	AC	FS	AC	AC			Operario 1 deja de acarrear y espera
252	ES	ES	LI	AC			Peón 1 inicia limpieza de rebabas
253	ES	ES	LI	AC			
254	FS	FS	LI	AC			
255	FS	FS	LI	AC			
256	ES	ES	LI	AC			
257	ES	ES	LI	AC			
258	FS	FS	LI	AC			
259	FS	FS	LI	AC			
260	ES	ES	LI	AC			
261	ES	ES	LI	LI			Peón 2 inicia limpieza de rebabas
262	TO	ES	LI	LI			Operario 1 llama por celular
263	TO	FS	LI	LI			
264	TO	ES	LI	LI			
265	TO	ES	LI	LI			
266	TO	ES	LI	LI			
267	TO	FS	LI	LI			
268	TO	ES	LI	LI			
269	TO	ES	LI	LI			
270	TO	ES	LI	LI			
271	TO	FS	LI	LI			
272	TO	ES	LI	LI			
273	TO	ES	LI	LI			
274	TO	ES	LI	LI			
275	ES	ES	LI	LI			
276	ES	ES	LI	LI			
277	ES	ES	LI	LI			
278	ES	ES	LI	LI			
279	ES	ES	LI	LI			
280	FS	FS	LI	LI			
281	ES	ES	LI	LI			
282	ES	ES	LI	LI			
283	ES	ES	LI	LI			
284	FS	FS	LI	LI			
285	ES	ES	LI	LI			
286	ES	ES	LI	LI			
287	ES	ES	LI	LI			
288	FS	FS	LI	LI			
289	ES	ES	LI	LI			
290	ES	ES	PR	LI			Peón 1 inicia preparación de mezcla
291	ES	ES	PR	LI			
292	FS	FS	PR	LI			
293	ES	ES	PR	LI			
294	ES	ES	PR	LI			

295	FS	TO	PR	LI			
296	ES	IO	PR	LI			
297	FS	TO	PR	LI			
298	FS	TO	PR	LI			
299	ES	TO	PR	LI			
300	FS	TO	PR	LI			
301	FS	TO	PR	LI			
302	ES	TO	PR	LI			
303	ES	IO	PR	LI			
304	ES	TO	PR	LI			
305	ES	TO	PR	LI			
306	IO	IO	PR	LI		Peón 2 inicia preparacion de mezcla	
307	TO	TO	PR	PR			
308	TO	ES	PR	PR			
309	IO	ES	PR	PR			
310	TO	ES	PR	PR			
311	TO	FS	PR	PR			
312	IO	ES	PR	PR			
313	SO	ES	TO	PR		Operario 1 empieza solaqueo	
314	SO	FS	TO	PR		Peón 1 toma llamado telefonico	
315	SO	ES	TO	PR			
316	SO	FS	TO	PR			
317	SO	FS	TO	PR			
318	SO	ES	TO	PR			
319	SO	ES	TO	PR			
320	SO	ES	TO	PR			
321	SO	ES	TO	PR			
322	SO	ES	IO	PR			
323	SO	ES	TO	PR			
324	SO	ES	TO	PR			
325	SO	ES	IO	PR			
326	SO	SO	TO	TO		Operario 2 empieza solaqueo	
327	SO	SO	TO	TO		Peones observando celular	
328	SO	SO	IO	IO			
329	SO	SO	TO	TO			
330	SO	SO	TO	TO			
331	SO	SO	TO	TO			
332	SO	SO	TO	TO			
333	SO	SO	TO	TO			
334	SO	SO	TO	TO			
335	SO	SO	TO	TO			
336	SO	SO	TO	TO			
337	SO	SO	TO	TO			
338	SO	SO	TO	TO			
339	TO	SO	TO	TO			
340	TO	SO	TO	TO			
341	IO	SO	IO	IO			
342	TO	SO	TO	TO			
343	IO	SO	IO	IO			
344	IO	SO	IO	IO			
345	TO	SO	TO	TO			
346	TO	SO	TO	TO			
347	IO	SO	IO	IO			
348	TO	SO	TO	TO			
349	TO	SO	TO	TO			
350	SO	SO	TO	TO			
351	SO	SO	TO	TO			
352	SO	SO	TO	TO			
353	SO	SO	TO	TO			
354	SO	SO	IO	IO			
355	SO	SO	TO	TO			
356	SO	SO	TO	TO			
357	SO	SO	IO	IO			
358	SO	SO	IO	IO			
359	SO	SO	TO	TO			
360	SO	SO	IO	IO		Fin del tercer muestreo	

	SO	AC	LI	PR	ES	FS	IO	TT
	67	11	0	0	170	87	0	335
	98	0	8	0	218	24	0	348
	0	0	130	60	0	0	8	330
	0	0	129	54	0	0	9	349
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0

TOTAL	
165	12%
124	9%
267	20%
114	8%
388	28%
287	21%
17	1%
1362	100%



**ANEXO N°16. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD  
"HABILITACIÓN DE ACERO" – DESPUÉS.**

FORMATO							
CARTA DE BALANCE		Fecha: Septiembre-2021					
		Página 2 de 2					
PROYECTO: MI VIVIENDA- NUEVA VISTA CONDOMINIO		ACTIVIDAD: HABILITACIÓN DE ACERO					
MUESTREADOR: AUTOR		DESCRIPCIÓN: HABILITACIÓN DE ACERO HORIZONTAL Y VERTICAL					
FECHA: 13 SEPTIEMBRE 2021		HORA INICIO: 08:00 am					
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	EN	EN	AC	AC			Comienzo del primer día
2	EN	EN	AC	AC			Se comienza ensamble de malla
3	EN	EN	AC	AC			
4	EN	EN	AC	AC			
5	FN	FN	AC	AC			
6	FN	FN	AC	AC			
7	FN	FN	AC	AC			
8	FN	FN	AC	AC			
9	CN	CN	AC	AC			
10	CN	CN	AC	AC			
11	CN	EN	AC	TO			Oficial toma llamada por celular
12	FN	FN	AC	TO			
13	EN	EN	AC	TO			
14	EN	EN	AC	TO			
15	EN	EN	AC	TO			
16	EN	EN	AC	TO			
17	EN	EN	AC	TO			
18	EN	EN	AC	TO			
19	EN	EN	AC	CO			
20	EN	EN	AC	CO			
21	FN	FN	AC	CO			
22	FN	FN	AC	CO			
23	FN	FN	AC	CO			
24	FN	FN	TO	CO			Oficial se retira por indicaciones
25	CN	CN	TO	CO			
26	CN	CN	TO	CO			
27	CN	CN	TO	CO			
28	EN	EN	TO	CO			
29	EN	EN	TO	CO			
30	EN	EN	TO	CO			
31	EN	EN	TO	CO			
32	FN	FN	TO	CO			
33	EN	EN	TO	CO			
34	EN	EN	TO	AC			Oficial 2 comienza acarreo de material
35	EN	EN	TO	AC			
36	EN	EN	TO	AC			
37	FN	FN	TO	AC			
38	FN	FN	TO	AC			
39	FN	FN	TO	AC			
40	TO	TO	TO	CO			Operarios conversan
41	TO	TO	TO	CO			
42	TO	TO	TO	CO			
43	TO	TO	TO	CO			
44	TO	TO	CO	CO			Oficial retoma corte de acero
45	TO	TO	CO	CO			
46	TO	TO	CO	CO			
47	TO	TO	CO	CO			
48	TO	TO	CO	CO			
49	TO	TO	CO	CO			
50	EN	TO	CO	CO			Se comienza nuevamente ensamble
51	EN	EN	CO	CO			Oficiales siguen cortando acero
52	FN	FN	CO	CO			
53	FN	FN	CO	CO			
54	FN	FN	CO	CO			
55	FN	FN	CO	CO			
56	EN	EN	CO	CO			
57	EN	CN	CO	CO			
58	CN	CN	CO	CO			
59	EN	EN	CO	CO			
60	EN	EN	CO	CO			
61	EN	EN	CO	CO			
62	EN	EN	CO	CO			
63	EN	EN	CO	CO			

**Clasificación del Recurso:**

	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OFFRARIO	Rodríguez
Recurso II	OFFRARIO	Silva
Recurso III	OFICIAL	Juan
Recurso IV	OFICIAL	Rolando
Recurso V		
Recurso VI		
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

- TP: Trabajo Productivo
- TC: Trabajo Contributivo
- TNC: Trabajo No Contributivo

**Trabajo Productivo:**

- EN: Ensamblado de malla

**Trabajo Contributivo:**

- CO: Corte de acero
- DO: Doblado de acero
- AC: Acarreo de material

**Trabajo No Contributivo:**

- ES: Espera por material faltante
- TO: Tiempo Ocioso
- VI: Viajes innecesarios

AS: Ausente (este tiempo no se cobra)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min.

64	EN	EN	CO	CO			
65	EN	EN	CO	CO			
66	EN	EN	CO	CO			
67	EN	EN	CO	CO			
68	EN	EN	CO	CO			
69	EN	EN	CO	CO			
70	EN	EN	DO	CO		Se comienza con doblado de acero	
71	EN	EN	DO	CO			
72	EN	EN	DO	CO			
73	EN	EN	DO	CO			
74	FN	FN	DO	CO			
75	EN	EN	DO	CO			
76	EN	EN	DO	CO			
77	EN	EN	DO	CO			
78	FN	FN	DO	CO			
79	EN	EN	DO	CO			
80	EN	EN	DO	CO			
81	EN	EN	DO	CO			
82	EN	EN	DO	CO			
83	EN	EN	DO	CO			
84	FN	FN	DO	CO		Oficial 1 dobla acero y Oficial 2 corta	
85	EN	EN	DO	CO			
86	EN	EN	DO	CO			
87	EN	EN	DO	CO			
88	FN	FN	DO	CO			
89	FN	FN	DO	CO			
90	EN	EN	DO	CO			
91	EN	EN	DO	CO			
92	EN	EN	DO	CO			
93	FN	FN	DO	CO			
94	EN	EN	DO	CO			
95	EN	EN	DO	CO			
96	EN	EN	DO	CO			
97	EN	EN	DO	CO			
98	EN	EN	DO	CO			
99	FN	FN	DO	CO			
100	EN	EN	DO	CO			
101	EN	EN	EN	DO		Oficial comienza a ensamblar	
102	EN	EN	EN	DO			
103	FN	FN	FN	DO			
104	EN	EN	EN	DO			
105	EN	EN	EN	DO			
106	EN	EN	EN	DO			
107	EN	EN	EN	DO			
108	FN	FN	FN	DO			
109	EN	EN	EN	DO			
110	EN	EN	EN	EN		Todos los obreros ensamblando	
111	EN	EN	EN	EN			
112	EN	EN	EN	EN			
113	EN	EN	EN	EN			
114	EN	EN	EN	EN			
115	EN	EN	EN	EN			
116	EN	EN	EN	EN			
117	EN	EN	EN	EN			
118	FN	FN	FN	FN			
119	EN	EN	EN	EN			
120	EN	EN	EN	EN		Fin del muestreo del primer día	
121	EN	EN	VI	VI		Se ensambla material sobrante día anterior	
122	EN	EN	VI	VI		Oficiales se retiran a traer material olvidado en otra área de trabajo	
123	EN	EN	VI	VI			
124	EN	EN	VI	VI			
125	EN	EN	VI	VI			
126	EN	EN	VI	VI			
127	EN	EN	VI	VI			
128	EN	EN	VI	VI			
129	EN	EN	VI	VI			
130	EN	EN	VI	VI			
131	EN	EN	VI	VI			
132	EN	EN	VI	VI			
133	FN	FN	VI	VI			
134	EN	EN	VI	VI			
135	EN	EN	VI	VI			
136	EN	EN	VI	VI			
137	EN	EN	CO	CO		Se comienza con el corte de acero	
138	EN	EN	CO	CO			
139	EN	EN	CO	CO			
140	EN	EN	CO	CO			

141	ES	ES	CO	CO		Operarios dejan de ensamblar por falta de material
142	ES	ES	CO	CO		
143	ES	ES	CO	CO		
144	FS	FS	CO	CO		
145	ES	ES	CO	CO		
148	FS	FS	CO	CO		
147	ES	ES	CO	CO		
148	ES	ES	CO	CO		
149	FS	FS	CO	CO		
150	ES	ES	CO	CO		
151	FS	FS	DO	DO		Oficiales realizan doblado de acero
152	ES	ES	DO	DO		
153	ES	ES	DO	DO		
154	ES	ES	DO	DO		
155	ES	ES	DO	DO		
156	FS	FS	DO	DO		
157	ES	ES	DO	DO		
158	FS	FS	DO	DO		
159	ES	ES	DO	DO		
160	ES	TO	DO	DO		Operario se retira a SSHH por 2da vez
161	ES	TO	DO	DO		
162	ES	TO	DO	DO		
163	EN	TO	DO	DO		
164	EN	IO	DO	DO		
165	EN	TO	DO	DO		
168	EN	IO	DO	DO		
167	EN	EN	DO	DO		Operario regresa a su puesto y comienza a ensamblar
168	EN	EN	DO	DO		
169	EN	EN	DO	DO		
170	EN	EN	DO	DO		
171	EN	EN	DO	DO		
172	EN	EN	DO	DO		Oficiales doblan y cortan acero para ensamblar
173	EN	EN	DO	DO		
174	EN	EN	DO	DO		
175	EN	EN	DO	DO		
176	EN	EN	DO	DO		
177	EN	EN	DO	DO		
178	EN	EN	DO	DO		
179	EN	EN	DO	DO		
180	EN	EN	DO	DO		Oficial comienza ensamble
181	EN	EN	DO	DO		
182	EN	EN	DO	DO		
183	EN	EN	DO	DO		
184	EN	EN	DO	DO		
185	EN	EN	DO	DO		
186	EN	EN	DO	DO		
187	EN	EN	DO	DO		
188	EN	EN	DO	DO		
189	EN	EN	EN	EN		Oficial 1 comienza a ensamblar
190	EN	EN	EN	EN		
191	EN	EN	EN	EN		
192	EN	EN	EN	EN		Todos los obreros comienzan ensamble
193	EN	EN	EN	EN		
194	EN	EN	EN	EN		
195	EN	EN	EN	EN		
196	EN	EN	EN	EN		
197	EN	EN	EN	EN		
198	EN	EN	EN	EN		
199	EN	EN	EN	EN		
200	EN	EN	EN	EN		
201	EN	EN	EN	EN		
202	EN	EN	EN	EN		
203	EN	EN	EN	EN		
204	EN	EN	EN	EN		
205	EN	EN	EN	EN		
206	EN	EN	EN	EN		
207	EN	EN	VI	VI		Oficiales van por material olvidado
208	EN	EN	VI	VI		
209	EN	EN	VI	VI		
210	EN	EN	VI	VI		
211	EN	EN	VI	VI		
212	EN	EN	VI	VI		
213	EN	EN	VI	VI		
214	EN	EN	VI	VI		Oficial 2 se retira por cambio de mascarilla
215	EN	EN	VI	VI		
216	EN	EN	VI	VI		
217	EN	EN	DO	DO		Oficial inicia doblado de acero





218	EN	EN	DO	VI		
219	EN	EN	DO	VI		
220	EN	EN	DO	VI		
221	FN	FN	DO	VI		
222	EN	EN	DO	DO		Oficial 2 empieza doblado de acero
223	EN	EN	DO	DO		
224	EN	EN	DO	DO		
225	EN	EN	DO	DO		
226	EN	EN	DO	DO		
227	EN	EN	DO	DO		
228	FN	FN	DO	DO		
229	EN	EN	DO	DO		
230	EN	EN	DO	DO		
231	EN	EN	DO	DO		
232	EN	EN	TO	DO		Oficial habla por celular
233	EN	EN	TO	DO		
234	FN	FN	TO	DO		
235	FN	FN	TO	DO		
236	EN	EN	TO	DO		
237	EN	EN	TO	DO		
238	EN	EN	TO	DO		
239	FN	FN	DO	DO		
240	EN	EN	DO	DO		Fin del segundo día de muestreo
241	FN	FN	CO	CO		Inicio del tercer muestreo
242	EN	EN	CO	CO		Oficiales se encuentran cortando acero
243	EN	EN	CO	CO		
244	EN	EN	CO	CO		
245	FN	FN	CO	CO		
246	EN	EN	CO	CO		
247	EN	EN	CO	CO		
248	FN	FN	CO	CO		
249	EN	EN	CO	CO		
250	EN	EN	CO	CO		
251	EN	EN	CO	CO		
252	FN	FN	CO	CO		
253	EN	EN	CO	CO		
254	FN	FN	CO	CO		
255	EN	EN	CO	CO		
256	EN	EN	CO	CO		
257	EN	EN	CO	CO		
258	FN	FN	CO	CO		
259	FN	FN	AC	DO		Se comienza acarreo de material faltante
260	EN	EN	AC	DO		Oficial 2 comienza doblado de acero
261	FN	FN	AC	DO		
262	EN	EN	AC	DO		
263	EN	EN	AC	DO		
264	EN	EN	AC	DO		
265	FN	FN	AC	DO		
266	FN	FN	AC	DO		
267	EN	EN	AC	DO		
268	EN	EN	AC	DO		
269	EN	EN	AC	DO		
270	EN	EN	AC	DO		
271	EN	EN	AC	DO		
272	FN	FN	AC	DO		
273	EN	EN	AC	DO		
274	EN	EN	AC	DO		Termina acarreo de acero
275	EN	EN	CO	CO		Comienza corte de acero
276	EN	EN	CO	CO		
277	EN	EN	CO	CO		
278	EN	EN	CO	CO		
279	FN	FN	CO	AC		Oficial se retira a traer varillas olvidadas
280	EN	EN	CO	AC		
281	EN	EN	CO	AC		
282	EN	EN	CO	AC		
283	EN	EN	CO	AC		
284	EN	EN	CO	AC		
285	FN	FN	CO	AC		
286	FN	FN	CO	AC		
287	EN	EN	CO	AC		
288	EN	EN	DO	AC		Comienza doblado de acero
289	ES	EN	DO	DO		Operario 1 espera por material faltante
290	ES	FN	DO	DO		
291	ES	EN	DO	DO		
292	FS	FN	DO	DO		
293	ES	EN	DO	DO		
294	ES	EN	DO	DO		



295	FS	FN	DO	DO			
296	FS	FN	DO	DO			
297	ES	EN	DO	DO			
298	FS	FN	DO	DO			
299	ES	EN	DO	DO			
300	ES	EN	DO	DO			
301	DS	EN	DO	DO			
302	EN	EN	DO	DO		Comienzan nuevamente con el ensamblaje de malla	
303	EN	EN	DO	DO			
304	EN	EN	DO	DO			
306	EN	EN	DO	DO			
308	EN	EN	EN	TO		Oficial habla por celular y va SSHH	
307	EN	EN	FN	TO			
308	FN	FN	FN	TO			
309	EN	EN	TO	TO			
310	FN	FN	TO	TO			
311	EN	EN	TO	TO			
312	EN	EN	TO	TO			
313	EN	EN	TO	TO			
314	EN	EN	TO	TO			
315	EN	EN	EN	TO			
316	EN	EN	EN	TO			
317	EN	EN	EN	CO			
318	EN	EN	EN	CO			
319	EN	EN	EN	CO			
320	FN	FN	VI	FN		Oficial I va a traer material innecesariamente	
321	EN	EN	VI	EN			
322	FN	FN	VI	FN			
323	EN	EN	VI	EN			
324	EN	EN	VI	EN			
325	FN	FN	VI	FN			
326	EN	EN	CO	EN			
327	EN	EN	CO	EN			
328	EN	EN	CO	EN			
329	EN	EN	CO	EN			
330	EN	EN	CO	EN			
331	EN	EN	CO	EN			
332	EN	EN	DO	EN			
333	EN	EN	DO	EN			
334	FN	FN	DO	FN			
335	EN	EN	DO	EN			
336	EN	EN	DO	EN			
337	FN	FN	DO	FN			
338	EN	EN	DO	EN			
339	EN	EN	DO	EN			
340	EN	EN	DO	EN			
341	EN	EN	DO	EN			
342	EN	EN	DO	EN			
343	EN	EN	DO	EN			
344	EN	EN	DO	EN			
345	EN	EN	DO	EN			
346	EN	EN	DO	EN			
347	FN	FN	DO	VI		Oficial va a traer material innecesariamente	
348	EN	EN	EN	VI			
349	FN	FN	FN	VI			
350	EN	EN	EN	VI			
351	EN	EN	EN	VI			
352	FN	FN	FN	VI			
353	EN	EN	EN	VI			
354	EN	EN	EN	VI			
355	EN	EN	EN	VI			
356	EN	EN	EN	VI			
357	EN	EN	EN	VI			
358	EN	EN	EN	VI			
359	EN	EN	EN	VI			
360	EN	EN	EN	VI		Fin del tercer muestreo	

EN	315	323	59	53	0	0
CO	0	0	77	131	0	0
DO	0	0	120	86	0	0
AC	0	0	39	26	0	0
ES	35	19	0	0	0	0
FN	10	18	33	19	0	0
VI	0	0	32	45	0	0
TT	360	360	360	360	0	0

TOTAL	
750	52%
208	14%
206	14%
65	5%
54	4%
80	6%
77	5%
1440	100%

**ANEXO N°17. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD  
"ENCOFRADOS" – DESPUÉS.**

FORMATO	
CARTA DE BALANCE	
PROYECTO: LOMAS DE NUEVA ESPERANZA-BELLAVISTA	Fecha: Septiembre 2021 Página 2 de 2
MUESTREADOR: AUTOR	ACTIVIDAD: ENCOFRADOS
FECHA: 18 SEPTIEMBRE 2021	DESCRIPCIÓN: ENCOFRADOS HORIZONTALES Y VERTICALES HORA INICIO: 08:00 am

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	FN	FN	VI	CO			Comienzo día 1 de muestreo
2	EN	EN	VI	CO			Peón 1 olvidó juegos de mascarillas por la empresa
3	EN	EN	VI	CO			
4	EN	EN	VI	CO			
5	EN	EN	VI	CO			
6	EN	EN	VI	CO			
7	EN	EN	VI	CO			
8	EN	EN	VI	CO			
9	EN	EN	VI	CO			
10	EN	EN	VI	TA			Peón 2 comienza taladrado de paneles
11	FN	FN	VI	TA			
12	FN	FN	CO	IA			Se comienza con corte de paneles
13	EN	EN	CO	TA			
14	EN	EN	CO	TA			
15	FN	FN	CO	IA			
16	EN	EN	CO	IA			
17	FN	FN	CO	TA			
18	FN	FN	CO	IA			
19	EN	EN	CO	IA			
20	EN	EN	CO	TO			Peón 2 se retira a conversar con obrero de otra área
21	FN	FN	CO	IO			
22	EN	EN	CO	TO			
23	EN	EN	CO	TO			
24	EN	EN	CO	TO			
25	EN	EN	CO	IO			
26	EN	EN	CO	TO			
27	EN	EN	CO	TO			
28	EN	EN	CO	TO			
29	EN	EN	CO	CO			
30	EN	EN	CO	CO			
31	EN	EN	CO	CO			
32	EN	EN	CO	CO			
33	EN	EN	CO	CO			
34	EN	EN	CO	CO			
35	FN	FN	CO	CO			
36	EN	EN	CO	CO			
37	EN	EN	CO	CO			
38	FN	FN	CO	CO			
39	EN	EN	CO	CO			
40	TO	TO	CO	CO			Operarios se ponen a conversar
41	IO	IO	CO	IA			
42	IO	IO	CO	IA			
43	TO	TO	CO	TA			
44	IO	IO	CO	IA			
45	IO	IO	CO	IA			
46	EN	EN	CO	TA			
47	EN	EN	CO	TA			
48	EN	EN	CO	TA			
49	EN	EN	CO	TA			
50	EN	EN	CO	TA			
51	EN	EN	CO	TA			
52	EN	EN	CO	TA			
53	EN	EN	CO	TA			
54	EN	EN	AC	VI			Peón 2 se retira por cambio de mascarilla
55	FN	FN	AC	VI			Peón 1 comienza acarreo de material
56	EN	EN	AC	VI			
57	EN	EN	AC	VI			
58	FN	FN	AC	VI			
59	EN	EN	AC	VI			
60	EN	EN	AC	VI			
61	FN	FN	AC	VI			
62	EN	EN	AC	VI			
63	EN	EN	AC	VI			

**Clasificación del Recurso:**

	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OPERARIO	Gutiérrez
Recurso II	OPERARIO	Ruiz
Recurso III	PEÓN	Ramiro
Recurso IV	PEÓN	José
Recurso V		
Recurso VI		
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

- IP: Trabajo Productivo
- IC: Trabajo contributivo
- INC: Trabajo No contributivo

**Trabajo Productivo:**

- EN: Ensamblado de paneles

**Trabajo Contributivo**

- NI: Nivelación de muros
- AC: Acarreo de paneles fen.
- CO: Corte de paneles fen
- IA: Taladrado de paneles fen

**Trabajo No Contributivo**

- ES: Espera por material faltante
- IO: Tiempo Ocioso
- VI: Viajes innecesarios

AS: Ausente (este tiempo no se cobra)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min.

64	EN	EN	AC	AC			
65	EN	EN	AC	AC			
66	FN	FN	AC	AC			
67	EN	EN	AC	AC			
68	FN	FN	CO	AC			Peón 1 comienza con corte de paneles
69	EN	EN	CO	AC			
70	FN	FN	CO	AC			
71	EN	EN	CO	AC			
72	FN	FN	CO	AC			
73	EN	EN	CO	AC			Operarios se encuentran ensamblando paneles
74	FN	FN	CO	AC			
75	EN	EN	CO	AC			
76	FN	FN	CO	AC			
77	EN	EN	CO	AC			
78	FN	FN	CO	AC			
79	EN	EN	CO	CO			Peón 2 acarrea material
80	FN	FN	CO	CO			
81	EN	EN	CO	CO			
82	FN	FN	CO	CO			
83	EN	EN	CO	CO			
84	FN	FN	CO	CO			
85	EN	EN	CO	CO			
86	FN	FN	CO	CO			
87	EN	EN	CO	CO			
88	FN	FN	CO	CO			
89	EN	EN	CO	CO			
90	FN	FN	CO	CO			
91	EN	EN	CO	CO			
92	FN	FN	CO	CO			
93	EN	EN	CO	CO			
94	FN	FN	CO	CO			
95	EN	EN	CO	CO			
96	FN	FN	CO	CO			
97	EN	EN	CO	TA			
98	FN	FN	CO	TA			
99	EN	EN	CO	TA			
100	FN	FN	CO	TA			
101	EN	EN	CO	TA			
102	FN	FN	CO	TA			
103	EN	EN	CO	TA			
104	EN	EN	NI	NI			Peones empiezan con nivelación de muros
105	FN	FN	NI	NI			
106	EN	EN	NI	NI			
107	FN	FN	NI	NI			
108	EN	EN	NI	NI			
109	FN	FN	NI	NI			
110	EN	EN	NI	NI			
111	FN	FN	NI	NI			
112	EN	EN	NI	NI			
113	NI	NI	NI	NI			Operarios empiezan a nivelar los muros
114	FN	FN	NI	NI			
115	EN	EN	NI	NI			
116	NI	NI	NI	TO			Peón 2 coge el celular
117	FN	FN	NI	TO			
118	EN	EN	NI	TO			
119	FN	FN	NI	TO			
120	EN	EN	NI	TO			Término de primer muestreo
121	EN	AS	CO	CO			Comienzo día 2 de muestreo
122	FN	AS	CO	CO			Operario 2 ausente
123	EN	AS	CO	CO			
124	FN	AS	CO	CO			
125	EN	AS	CO	CO			
126	FN	AS	CO	CO			
127	EN	AS	CO	CO			
128	FN	AS	CO	CO			
129	EN	AS	CO	CO			
130	FN	AS	CO	CO			
131	EN	AS	CO	CO			
132	FN	AS	CO	CO			
133	EN	AS	CO	CO			
134	FN	AS	CO	CO			
135	EN	AS	CO	CO			
136	FN	AS	CO	CO			
137	EN	AS	TO	CO			Peón 1 se retira largo tiempo a SSHH
138	FN	EN	TO	CO			Operarios se encuentran ensamblando paneles
139	EN	EN	TO	CO			
140	FN	EN	TO	CO			

141	EN	EN	TO	CO			
142	EN	EN	TO	CO			
143	EN	EN	TO	CO			
144	EN	EN	TO	CO			
145	EN	EN	TO	CO			
146	EN	EN	TO	CO			
147	EN	EN	TO	CO			
148	TO	EN	DO	CO		Peón termina de hablar y comienza corte de paneles	
149	TO	EN	DO	CO			
150	TO	EN	DO	CO			
151	TO	EN	DO	CO			
152	TO	EN	DO	CO			
153	TO	EN	DO	CO			
154	TO	EN	DO	CO			
155	TO	EN	DO	CO			
156	EN	EN	DO	CO			
157	EN	EN	DO	CO			
158	EN	EN	DO	CO			
159	EN	EN	DO	CO			
160	EN	EN	DO	CO			
161	EN	EN	DO	CO			
162	EN	EN	DO	CO			
163	EN	EN	DO	CO		Peón 1 conversa por teléfono	
164	EN	EN	DO	CO			
165	EN	EN	DO	CO			
166	EN	EN	DO	CO			
167	EN	EN	DO	CO			
168	EN	EN	DO	CO			
169	EN	EN	DO	CO			
170	EN	EN	DO	CO			
171	EN	EN	DO	CO		Se comienza acarreo de material	
172	EN	EN	DO	CO			
173	EN	EN	DO	CO			
174	EN	EN	DO	CO			
175	EN	EN	DO	CO			
176	EN	EN	DO	CO			
177	EN	EN	DO	CO			
178	EN	EN	DO	CO			
179	EN	EN	DO	CO			
180	EN	EN	DO	CO			
181	EN	EN	DO	CO			
182	EN	EN	DO	CO		Peón se retira a traer material faltante	
183	EN	EN	DO	CO			
184	EN	EN	DO	CO			
185	EN	EN	DO	CO			
186	EN	EN	DO	CO			
187	EN	EN	DO	CO			
188	EN	EN	DO	CO			
189	EN	EN	DO	CO		Operario se retira de su puesto	
190	EN	EN	DO	CO			
191	EN	EN	DO	CO			
192	EN	EN	DO	CO		Peón 2 conversa por celular	
193	EN	EN	DO	CO			
194	EN	EN	DO	CO			
195	EN	EN	DO	CO			
196	EN	EN	DO	CO			
197	EN	EN	DO	CO			
198	EN	EN	DO	CO			
199	EN	EN	DO	CO			
200	EN	EN	DO	CO			
201	EN	EN	DO	CO		Peón camina alrededor del área de trabajo	
202	EN	EN	DO	CO			
203	EN	EN	DO	CO			
204	EN	EN	DO	CO			
205	EN	EN	DO	CO			
206	EN	EN	DO	CO			
207	EN	EN	DO	CO			
208	EN	EN	DO	CO			
209	EN	EN	DO	CO			
210	EN	EN	DO	CO			
211	EN	EN	DO	CO			
212	EN	EN	DO	CO			
213	EN	EN	DO	CO		Peón se retira por cambio de mascarilla	
214	EN	EN	DO	CO			
215	EN	EN	DO	CO			
216	EN	EN	DO	CO			
217	EN	EN	DO	CO			



218	EN	EN	VI	TO		
219	EN	EN	VI	TO		
220	EN	EN	VI	TO		
221	EN	EN	VI	TO		
222	EN	EN	VI	TO		
223	EN	EN	VI	TO		
224	EN	EN	VI	TO		
225	EN	EN	VI	TO		
226	FN	FN	NI	NI	Peones inician nivelación de muros	
227	EN	EN	NI	NI		
228	FN	FN	NI	NI		
229	EN	EN	NI	NI		
230	EN	EN	NI	NI		
231	NI	EN	NI	NI		
232	NI	NI	NI	NI	Todos los obreros nivelando muros	
233	NI	NI	NI	NI		
234	NI	NI	NI	NI		
235	NI	NI	NI	NI		
236	NI	NI	NI	NI		
237	NI	NI	NI	NI		
238	NI	NI	NI	NI		
239	NI	NI	NI	NI		
240	NI	NI	NI	NI	Fin del segundo muestreo	
241	ES	ES	CO	AS	Comienzo día 3 de muestreo	
242	ES	ES	CO	AS	Operarios esperan por falta de indicaciones	
243	ES	ES	CO	AS	Peón 2 ausente	
244	ES	ES	CO	AS		
245	FS	FS	CO	AS		
246	ES	ES	CO	AS		
247	FS	FS	CO	AS		
248	FS	FS	CO	AS		
249	ES	ES	CO	AS		
250	ES	ES	CO	AS		
251	ES	ES	CO	AS		
252	ES	ES	CO	AS		
253	CS	CS	CO	AS		
254	FN	FS	CO	AS		
255	EN	CS	CO	AS		
256	FN	FN	CO	AS		
257	FN	FN	CO	AS		
258	EN	EN	CO	CO	Peones cortan paneles en área in situ	
259	EN	EN	CO	CO		
260	EN	EN	CO	CO		
261	EN	EN	CO	CO		
262	EN	EN	CO	CO		
263	EN	EN	CO	CO		
264	EN	FN	CO	CO		
265	FN	FN	CO	CO		
266	EN	EN	CO	CO		
267	FN	FN	CO	CO		
268	TO	EN	CO	CO	Operario 1 SSHH	
269	TO	EN	CO	CO		
270	TO	EN	IA	CO	Taladrado de paneles in situ	
271	TO	EN	TA	CO		
272	TO	EN	TA	CO		
273	TO	FN	TA	CO		
274	TO	EN	TA	CO		
275	TO	FN	TA	CO		
276	FN	FN	IA	CO		
277	EN	EN	TA	CO		
278	FN	FN	IA	CO		
279	EN	EN	TA	TA		
280	EN	EN	TA	TA		
281	EN	EN	TA	TA		
282	EN	EN	CO	TA		
283	EN	EN	CO	TA		
284	FN	FN	CO	IA		
285	EN	EN	CO	IA		
286	FN	FN	CO	IA		
287	EN	EN	CO	IA		
288	EN	EN	CO	TA		
289	EN	EN	CO	TA		
290	EN	EN	CO	TA		
291	EN	EN	CO	TA		
292	FN	FN	CO	TA		
293	FN	FN	CO	IA		
294	EN	EN	CO	TA		

295	EN	EN	CO	TA			
296	EN	EN	CO	IA			
297	EN	EN	CO	TA			
298	ES	FN	CO	TA		Operario espera por falta de indicaciones	
299	ES	FN	CO	IA			
300	ES	FN	CO	TA			
301	ES	EN	CO	TA			
302	ES	EN	AC	AC		Peones comienzan acarreo de material	
303	ES	FN	AC	AC			
304	ES	FN	AC	AC			
305	ES	EN	AC	AC			
306	ES	EN	AC	AC			
307	ES	FN	AC	AC			
308	ES	EN	AC	AC			
309	ES	FN	AC	AC			
310	ES	EN	AC	AC			
311	ES	EN	AC	AC			
312	ES	EN	AC	VI		Peón 2 regresa por material olvidado	
313	ES	FN	AC	VI			
314	EN	EN	AC	VI			
315	EN	EN	AC	VI			
316	EN	EN	AC	VI			
317	EN	EN	AC	VI			
318	EN	EN	AC	VI			
319	EN	EN	TA	TA			
320	EN	EN	TA	TA			
321	EN	EN	TA	TA			
322	FN	FN	TA	TA			
323	EN	EN	TA	TA			
324	EN	EN	IA	IA			
325	EN	EN	TA	TA			
326	FN	FN	TA	TA			
327	EN	EN	TA	TA			
328	FN	FN	IA	IA			
329	EN	EN	TA	TA			
330	EN	EN	TA	TA			
331	FN	FN	IA	IA			
332	FN	FN	TA	TA			
333	EN	EN	IA	IA			
334	EN	EN	TA	TA			
335	FN	FN	TA	TA			
336	EN	EN	TA	TA			
337	EN	EN	IA	IA			
338	EN	EN	TA	TA			
339	EN	EN	TA	TA			
340	EN	EN	TA	TA			
341	FN	FN	NI	NI		Peones empiezan nivelado de muro	
342	EN	EN	NI	NI			
343	EN	EN	NI	NI			
344	EN	EN	NI	NI			
345	FN	FN	NI	NI			
346	EN	EN	NI	NI			
347	FN	FN	NI	NI			
348	EN	EN	NI	NI			
349	EN	EN	NI	NI			
350	EN	EN	NI	NI			
351	FN	FN	NI	NI			
352	EN	EN	NI	NI			
353	NI	NI	NI	NI		Total de obreros nivelando muros	
354	NI	NI	NI	NI			
355	NI	NI	NI	NI			
356	NI	NI	NI	NI			
357	NI	NI	NI	NI			
358	NI	NI	NI	NI			
359	NI	NI	NI	NI			
360	NI	NI	NI	NI		Fin del muestreo	

TOTAL						
EN	272	292	0	0	0	0
NI	28	25	52	47	0	0
AC	0	0	39	25	0	0
CO	0	0	181	98	0	0
ES	34	15	0	0	0	0
FN	28	11	30	34	0	0
VI	0	0	24	27	0	0
TT	360	343	326	231	0	0

564	45%
150	12%
64	5%
279	22%
49	4%
103	8%
51	4%
1260	100%

**ANEXO N°18. CARTA BALANCE APLICADA A LA ACTIVIDAD "SOLAQUEOS"  
- DESPUÉS.**

FORMATO		
CARTA DE BALANCE		Fecha: Septiembre 2021
		Página 2 de 2
PROYECTO: VILLA BONITA CONDOMINIO 51A F-1AFA		ACTIVIDAD: SOLAQUEOS
MUESTREADOR: AUTOR		DESCRIPCIÓN: SOLAQUEOS DE MUROS
FECHA: 20 SEPTIEMBRE 2021		HORA INICIO: 08:00 am

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1	AC	AC					Comienzo del primer muestreo
2	AC	AC					Operarios comienzan acarreo de material
3	AC	AC					
4	AC	AC					
5	AC	AC					
6	AC	AC					
7	AC	AC					
8	AC	AC					
9	AC	AC					
10	PR	PR					
11	PR	PR					
12	PR	PR					
13	PR	PR					
14	PR	PR					
15	PR	PR					
16	PR	PR					
17	IO	PR					Operario 1 va a SSHH
18	IO	PR					
19	TO	PR					
20	TO	PR					
21	TO	PR					
22	TO	PR					
23	TO	VI					Operario 2 va por material olvidado
24	PR	VI					
25	PR	VI					
26	PR	VI					
27	PR	VI					
28	PR	VI					
29	PR	VI					
30	PR	VI					
31	PR	VI					
32	PR	VI					
33	PR	PR					
34	PR	PR					
35	PR	PR					
36	PR	PR					
37	SO	PR					Operario 1 empieza solaqueo de muro
38	SO	PR					
39	SO	PR					
40	SO	PR					
41	SO	PR					
42	SO	PR					
43	SO	SO					Operario 2 empieza solaqueo de muro
44	SO	SO					
45	SO	SO					
46	SO	SO					
47	SO	SO					
48	SO	SO					
49	SO	SO					
50	SO	SO					
51	SO	SO					
52	SO	SO					
53	SO	SO					
54	SO	SO					
55	SO	SO					
56	SO	SO					
57	SO	SO					
58	SO	SO					
59	SO	SO					
60	SO	SO					
61	SO	SO					
62	TO	SO					Operario 1 habla por celular
63	TO	SO					

**Clasificación del Recurso:**

	Actividad	Nombre / Código
Recurso I	OPERARIO	Chavez
Recurso II	OPERARIO	Tamayo
Recurso III		
Recurso IV		
Recurso V		
Recurso VI		
Recurso VII		
Recurso VIII		
Recurso IX		
Recurso X		
Recurso XI		
Recurso XII		

**Clasificación del Trabajo:**

- TP: Trabajo Productivo
- TC: Trabajo contributivo
- TNC: Trabajo No contributivo

**Trabajo Productivo:**

- SO: Solaqueo

**Trabajo Contributivo**

- AC: Acarreo de material
- PR: Preparación de mezcla

**Trabajo No Contributivo**

- I-S: Espumas
- TO: Tiempo Ocioso
- VI: Viajes innecesarios

AS: Ausente (este tiempo no se cobra)

**OBSERVACIONES GENERALES**

- Frecuencia de medición: 1 min

64	TO	SO							
65	TO	SO							
66	TO	SO							
67	TO	SO							
68	PR	SO							
69	PR	SO							
70	PR	SO							
71	PR	SO							
72	PR	ES							espera necesaria para secado del solado
73	PR	FS							
74	PR	ES							
75	PR	ES							
76	PR	FS							
77	PR	FS							
78	PR	ES							
79	PR	ES							
80	PR	FS							
81	PR	FS							
82	SO	ES							
83	SO	PR							2da preparacion de mezcla
84	SO	PR							
85	SO	PR							
86	SO	PR							
87	SO	PR							
88	SO	PR							
89	SO	PR							
90	SO	PR							
91	SO	PR							
92	SO	PR							
93	SO	PR							
94	SO	PR							
95	SO	PR							
96	SO	PR							
97	SO	PR							
98	SO	PR							
99	SO	PR							
100	SO	SO							Ambos operarios se encuentran soladando
101	SO	SO							
102	SO	SO							
103	SO	SO							
104	SO	SO							
105	SO	SO							
106	SO	SO							
107	SO	SO							
108	SO	SO							
109	SO	SO							
110	SO	SO							
111	SO	SO							
112	SO	SO							
113	SO	SO							
114	SO	SO							
115	SO	TO							Operario 2 se pone a conversar con compañero
116	SO	TO							
117	SO	TO							
118	SO	TO							
119	SO	TO							
120	SO	TO							Fin del primer muestreo
121	AC	AC							Comienzo del segundo día de muestreo
122	AC	AC							Operarios empiezan acarreo de material
123	AC	AC							
124	AC	AC							
125	AC	AC							
126	AC	AC							
127	AC	AC							
128	AC	AC							
129	AC	AC							
130	AC	TO							Operario 2 contesta llamada telefónica
131	AC	TO							
132	AC	TO							
133	AC	TO							
134	AC	TO							
135	AC	TO							
136	AC	TO							
137	TO	TO							Operario 1 se distrae con limpieza ajena a su puesto
138	TO	PR							
139	TO	PR							
140	TO	PR							



141	TO	PR							
142	IO	PR							
143	TO	PR							
144	TO	PR							
145	IO	PR							
146	PR	PR							Ambos operarios preparan mezclas
147	PR	PR							
148	PR	PR							
149	PR	PR							
150	PR	PR							
151	PR	PR							
152	PR	PR							
153	PR	PR							
154	PR	SO							Operario 2 inicia solaqueo
155	PR	SO							
156	PR	SO							
157	PR	SO							
158	PR	SO							
159	PR	SO							
160	PR	SO							
161	PR	SO							
162	PR	SO							
163	SO	SO							Ambos operarios se encuentran solaqueando los muros
164	SO	SO							
165	SO	SO							
166	SO	SO							
167	SO	SO							
168	SO	SO							
169	SO	SO							
170	SO	SO							
171	IO	SO							Operario 1 a SSHH
172	TO	SO							
173	TO	SO							
174	TO	SO							
175	IO	SO							
176	TO	SO							
177	TO	SO							
178	TO	SO							
179	SO	SO							
180	SO	SO							
181	SO	SO							
182	SO	SO							
183	SO	IO							Operario 2 se retira a otra área
184	SO	TO							
185	SO	TO							
186	SO	TO							
187	SO	IO							
188	SO	TO							
189	SO	TO							
190	SO	TO							
191	SO	TO							
192	SO	PR							Nueva preparación de mezclas
193	SO	PR							
194	SO	PR							
195	SO	PR							
196	SO	PR							
197	SO	PR							
198	SO	PR							
199	SO	PR							
200	SO	PR							
201	SO	PR							
202	SO	PR							
203	SO	PR							
204	SO	PR							
205	SO	IO							Operario 2 a SSHH
206	PR	TO							
207	PR	TO							
208	PR	IO							
209	PR	IO							
210	PR	TO							
211	PR	SO							Operario 2 empieza solaqueo
212	PR	SO							
213	PR	SO							
214	PR	SO							
215	PR	SO							
216	PR	SO							
217	PR	SO							

218	PR	SO							
219	PR	SO							
220	SO	SO							
221	SO	SO							
222	SO	SO							
223	SO	SO							
224	SO	SO							
225	SO	SO							
226	SO	SO							
227	SO	SO							
228	SO	SO							
229	SO	SO							
230	SO	SO							
231	SO	SO							
232	SO	SO							
233	SO	SO							
234	SO	SO							
235	SO	SO							
236	SO	SO							
237	SO	SO							
238	SO	SO							
239	SO	SO							
240	SO	SO							Fin del segundo muestreo
241	TO	AC							Comienzo de tercer día de muestreo
242	TO	AC							Operario 1 se encuentra conversando con compañero
243	TO	AC							
244	TO	AC							
245	TO	AC							
246	TO	AC							
247	TO	AC							
248	TO	AC							
249	TO	AC							
250	TO	AC							
251	TO	PR							Se empieza preparación de mezcla
252	TO	PR							
253	TO	PR							
254	TO	PR							
255	TO	PR							
256	TO	PR							
257	TO	PR							
258	AC	PR							Operario 1 acarrea material después de terminar de conversar
259	AC	PR							
260	AC	PR							
261	AC	PR							
262	AC	PR							
263	AC	PR							
264	AC	PR							
265	AC	PR							
266	AC	PR							
267	AC	PR							
268	AC	PR							
269	AC	TO							Operario 2 conversa por celular
270	PR	TO							
271	PR	TO							
272	PR	TO							
273	PR	TO							
274	PR	TO							
275	PR	TO							
276	PR	SO							Operario 2 empieza solaqueo de muro antes que operario 1
277	PR	SO							
278	PR	SO							
279	PR	SO							
280	PR	SO							
281	PR	SO							
282	PR	SO							
283	PR	SO							
284	PR	SO							
285	SO	SO							
286	SO	SO							
287	SO	SO							
288	SO	SO							
289	SO	SO							
290	SO	SO							
291	SO	SO							
292	SO	SO							
293	SO	SO							
294	SO	SO							

295	SO	SO					
296	SO	SO					
297	SO	SO					
298	SO	SO					
299	SO	SO					
300	SO	SO					
301	SO	SO					
302	SO	SO					
303	SO	SO					
304	SO	SO					
305	PR	PR					Segunda preparación de mezcla por ambos operarios
306	PR	PR					
307	PR	PR					
308	PR	PR					
309	PR	PR					
310	PR	PR					
311	PR	PR					
312	PR	PR					
313	PR	PR					
314	PR	PR					
315	PR	PR					
316	PR	PR					
317	PR	PR					
318	PR	PR					
319	SO	PR					Operaria 1 empieza solequeo
320	SO	PR					
321	SO	TO					
322	SO	TO					
323	TO	TO					Operarias conversando
324	TO	TO					
325	TO	SO					
326	TO	SO					
327	TO	SO					
328	TO	SO					
329	TO	SO					
330	SO	SO					Ambos operarios solequean muros
331	SO	SO					
332	SO	SO					
333	SO	SO					
334	SO	SO					
335	SO	SO					
336	SO	SO					
337	SO	SO					
338	SO	SO					
339	SO	SO					
340	SO	SO					
341	SO	SO					
342	SO	SO					
343	SO	SO					
344	SO	SO					
345	SO	SO					
346	SO	SO					
347	SO	SO					
348	SO	SO					
349	SO	SO					
350	SO	SO					
351	SO	SO					
352	SO	SO					
353	SO	SO					
354	SO	SO					
355	SO	SO					
356	SO	SO					
357	SO	SO					
358	SO	SO					
359	SO	SO					
360	SO	SO					Fin del muestreo

SO	175	165	0	0	0	0
AC	37	28	0	0	0	0
PR	94	103	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0
ES	0	11	0	0	0	0
TO	54	40	0	0	0	0
OT	0	10	0	0	0	0
TT	360	357	0	0	0	0

TOTAL	
340	47%
65	9%
197	27%
0	0%
11	2%
94	13%
10	1%
717	100%