

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL

DE INGENIERO CIVIL

**FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESPERDICIO DE MATERIALES EN OBRAS DE  
CONSTRUCCIÓN CIVIL LOCALIZADAS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA EN LA  
CIUDAD DE TRUJILLO, 2015.**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN** : Gestión de Proyectos

**AUTORES** : BR. Aquino Cachi Carlos A.  
BR. Carrera Cabrera Jenry A.

**ASESOR** : Ms. Vargas Cárdenas, Carlos Manuel

**TRUJILLO – PERÚ**

**2015**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS,** Por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida. Por los triunfos, estar a mi lado en los momentos difíciles y enseñarme a enfrentarlos, además de su infinita bondad, amor y salud.

**A MIS PADRES,** RICARDO y JUANITA por su amor, trabajo y sacrificio, que en todos estos años han sido la guía y el camino para poder llegar hasta aquí, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento.

**A MI ESPOSA,** RAQUEL por su amor y apoyo incondicional Y MI **HIJO** GABRIEL, que es mi motivo para salir adelante

**A MIS HERMANOS,** EVITA Y RICARDO de quienes espero se sientan muy orgullosos de mí, así como yo de ellos! ESTE LOGRO NO ES TAN SOLO MIO, SINO DE CADA UNO DE USTEDES!

**A MIS AMIGOS,** Por estar en los momentos que los necesite, como por permitirme formar parte de ellos. GRACIAS

**Br. CARLOS ALBERTO AQUINO CACHI**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS,** Por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida. Por los triunfos, estar a mi lado en los momentos difíciles y enseñarme a enfrentarlos, además de su infinita bondad, amor y salud.

**A MIS PADRES,** ENRRIQUE Y ROSA por su amor, trabajo y sacrificio, que en todos estos años han sido la guía y el camino para poder llegar hasta aquí, que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento.

**A MI HERMANO,** ENRRIQUE quien, espero se sientan muy orgulloso de mí, así como yo de el! ESTE LOGRO NO ES TAN SOLO MIO, SINO TAMBIEN DE EL!

**A MIS AMIGOS,** Por estar en los momentos que los necesite, como por permitirme formar parte de ellos. GRACIAS

**Br. JENRRY ANTHONY CARRERA CABRERA**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios, por habernos dado la vida y Permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante para nosotros en nuestra formación profesional.

A nuestros familiares por habernos comprendido y apoyado en este proceso de la elaboración del proyecto de tesis.

A las empresas HOLGUIN, BECTEK Y RAMBAL, por habernos permitido desarrollar el proyecto en las diferentes obras que están desarrollando y también por brindarnos información para el desarrollo de la tesis.

Y finalmente a nuestro asesor Ms. CARLOS MANUEL VARGAS CARDENAS, por su apoyo incondicional hacia nosotros en el desarrollo y elaboración del proyecto.

# INDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE.....	IV
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes y Justificación del Problema.....	7
1.1.1 Antecedentes.....	7
1.1.2 Justificación.....	14
1.2 Formulación del Problema.....	15
1.3 Objetivos.....	15
1.3.1 Objetivos Generales.....	15
1.3.2 Objetivos Especificos.....	15
1.4 Hipótesis.....	16
1.5 Marco Teórico.....	16
1.5.1 Concepto de Desperdicio de Materiales .....	16
1.5.2 Clasificación del Desperdicio de Materiales.....	17
1.5.2.1 Pérdidas por Superproducción.....	18
1.5.2.2 Pérdidas por Transporte.....	18
1.5.2.3 Pérdidas por Almacenamiento.....	18
1.5.2.4 Pérdidas por Movimiento.....	19
1.5.2.5 Pérdidas por Espera.....	19
1.5.2.6 Pérdidas por Productos Defectuosos.....	19
1.5.2.7 Pérdidas del Propio Proceso.....	19

1.5.2.7.1 Desperdicio Directo.....	23
1.5.2.7.2 Desperdicio Indirecto.....	23
1.5.2.7.3 Otros Desperdicios.....	23
1.5.3 Principales Causas de los Desperdicios de los Materiales.....	24
1.5.3.1 Cuadrillas Sobredimensionadas.....	25
1.5.3.2 Falta de Supervisión.....	25
1.5.3.3 Deficiencias en el Flujo de Materiales.....	25
1.5.3.4 Mala Distribución de Instalaciones en Obra.....	25
1.5.3.5 Actitud del Trabajador.....	25
1.5.3.6 Falta de Manejo en Campo.....	25
1.5.3.7 Mala Calidad.....	25
1.5.3.8 Deterioro de Trabajos Ya Realizados .....	25
1.5.3.9 Cambios en los Diseños.....	25
1.5.3.10 Falta de Programación y Control en el Uso de los Equipos.....	26
1.5.3.11 Trabajos Lentos.....	26
1.5.3.12 Falta de Diseño de los Procesos Constructivos.....	26
1.5.3.12.1 Concreto Premezclado.....	26
1.5.3.12.2 Mortero.....	27
1.5.3.12.3 Ladrillos.....	27
1.5.3.12.4 Cemento.....	27
1.5.3.12.5 Acero.....	28
1.5.4 Fundamentación Teórica.....	31
1.5.4.1 Sobreproducción.....	31
1.5.4.2 Sustitución.....	31
1.5.4.3 Tiempo de Espera.....	31

1.5.4.4 Desperdicios.....	31
1.5.4.5 Transporte.....	33
1.5.4.6 Procesamiento.....	34
1.5.4.7 Herramientas de Control.....	34
1.5.4.8 Inventarios.....	35
1.5.4.9 Identificación.....	36
1.5.4.10 Evaluación.....	36
1.5.4.11 Control.....	36
1.5.4.12 Los 7 Mudas.....	37
1.5.4.12.1 Sobreproducción.....	37
1.5.4.12.2 Esperas.....	38
1.5.4.12.3 Transporte.....	38
1.5.4.12.4 Procesos Inapropiados o Sobreprocesos.....	38
1.5.4.12.5 Exceso del Inventario.....	38
1.5.4.12.6 Movimientos Innecesarios.....	39
1.5.4.12.7 Defectos.....	39
II. MATERIAL Y METODOS.....	40
2.1 Material de Estudio.....	40
2.1.1 Población.....	40
2.2 Métodos y Técnicas.....	42
2.2.1 Método.....	42
2.2.2 Técnica.....	42
2.2.3 Procedimiento.....	42
2.2.3.1 Recolección de Información.....	42
2.2.3.1.1 Características del Proyecto.....	43

2.2.3.2	Procesamiento de Información.....	69
2.2.3.3	Análisis de Información.....	70
III.	RESULTADOS.....	71
3.1	Resultados Cualitativos.....	71
3.1.1	Encuestas a Profundidad.....	71
3.1.2	Observación Directa.....	90
3.2	Resultados Cuantitativos de la Tesis.....	90
3.2.1	Cálculo de Factores que Influyen en los Desperdicios de Materiales.....	90
3.2.1.1	Identificación.....	91
3.2.1.2	Evaluación.....	98
3.2.1.2.1	Evaluación del Ladrillo.....	98
3.2.1.2.2	Evaluación del Cemento.....	105
3.2.1.2.3	Evaluación del Concreto Premezclado.....	112
3.2.1.2.4	Evaluación del Concreto.....	114
IV.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	122
4.1	Solución del Problema.....	122
4.1.1	Intervención del Ladrillo.....	122
4.1.2	Intervención para el Mortero.....	127
4.1.3	Intervención para el Concreto.....	132
4.1.4	Intervención para el Concreto Premezclado.....	138
4.2	Comparación de Resultados.....	140
4.2.1	Evaluación del Ladrillo.....	140
4.2.2	Evaluación para el Mortero.....	141
4.2.3	Evaluación para el Concreto.....	142
4.2.4	Evaluación para el Concreto Premezclado.....	143

V. CONCLUSIONES.....	152
VI. RECOMENDACIONES.....	154
VII. GLOSARIO DE TERMINOS.....	155
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	156
IX. ANEXOS.....	157

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Factores Externos que Producen Desperdicio</i> .....	20
<i>Figura N° 2: Clasificación de los Desperdicios de Materiales</i> .....	22
<i>Figura N° 3: Cuadro Cuantitativo de Desperdicios - Flavio Picchi (1993)</i> .....	33
<i>Figura N° 4: Cuadro de Herramientas de Control</i> .....	34
<i>Figura N° 5: Cuadro de Control vs Administración de Inventarios</i> .....	35
<i>Figura N° 6: Tipos de Despilfarros o Desperdicios</i> .....	37
<i>Figura N° 7: Sección del Proyecto</i> .....	44
<i>Figura N° 8: Plano de Cortes</i> .....	45
<i>Figura N° 9: Planta del Sótano</i> .....	46
<i>Figura N° 10: Planta del Primer Nivel</i> .....	47
<i>Figura N° 11: Planta del Segundo al Quinto Nivel</i> .....	48
<i>Figura N° 12: Planta del Sexto Nivel</i> .....	49
<i>Figura N° 13: Planta del Séptimo Nivel</i> .....	50
<i>Figura N° 14: Sección del Proyecto</i> .....	51
<i>Figura N° 15: Plano de Cortes</i> .....	52
<i>Figura N° 16: Planta del Sótano</i> .....	53
<i>Figura N° 17: Planta del Segundo Nivel</i> .....	55
<i>Figura N° 18: Planta del Tercer Nivel</i> .....	57
<i>Figura N° 19: Planta del Cuarto Nivel</i> .....	59
<i>Figura N° 20: Planta de la Azotea</i> .....	60
<i>Figura N° 21: Sección de Proyecto</i> .....	61
<i>Figura N° 22: Plano de Cortes</i> .....	62
<i>Figura N° 23: Planta del Primer Nivel</i> .....	63
<i>Figura N° 24: Planta del Segundo, Cuarto Y Sexto Nivel</i> .....	64

<i>Figura N° 25: Planta del Tercer, Quinto y Séptimo.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura N° 26: Planta del Octavo Nivel .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura N° 27: Planta del Noveno Nivel .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura N° 28: Planta del Decimo Nivel.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura N° 29: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura N° 30: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura N° 31: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura N° 32: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura N° 33: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura N° 34: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura N° 35: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura N° 36: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura N° 37: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura N° 38: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura N° 39: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura N° 40: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura N° 41: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura N° 42: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura N° 43: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura N° 44: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura N° 45: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura N° 46: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura N° 47: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura N° 48: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura N° 49: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>82</i>

<i>Figura N° 50: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura N° 51: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura N° 52: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura N° 53: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura N° 54: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura N° 55: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura N° 56: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura N° 57: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura N° 58: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura N° 59: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura N° 60: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura N° 61: Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura N° 62: Grafico Estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura N° 63: Desmonte en Obra .....</i>	<i>92</i>
<i>Figura N° 64 : Habilitación del Ladrillo en Obra .....</i>	<i>98</i>
<i>Figura N° 65: Almacenamiento del Ladrillo .....</i>	<i>99</i>
<i>Figura N° 66: Perdidas por Entregas Incompletas .....</i>	<i>100</i>
<i>Figura N° 67: Rotura de Unidades .....</i>	<i>101</i>
<i>Figura N° 68: Perdidas por Material Sobrante Eliminado .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura N° 69: Perdidas por Corte de Unidades .....</i>	<i>102</i>
<i>Figura N° 70: Perdidas por Material Sobrante .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura N° 71: Perdidas por Espesores Adicionales .....</i>	<i>107</i>
<i>Figura N° 72: Perdidas de Proceso.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura N° 73: Perdidas por Entregas Incompletas .....</i>	<i>109</i>
<i>Figura N° 74: Recolección de Datos en Mortero.....</i>	<i>110</i>

<i>Figura N° 75: Evaluación del Concreto</i> .....	114
<i>Figura N° 76: Intervención en el Ladrillo</i> .....	122
<i>Figura N° 77: Intervención para el Mortero</i> .....	128
<i>Figura N° 78: Intervención para el Concreto</i> .....	133
<i>Figura N° 79: Cuadro de Restricciones que Causan Desperdicio en las Obras de Construcción Civil</i> .....	144
<i>Figura N° 80: Grafico Del Cono De Jerarquía De Disposición De Los Residuos</i> .....	145
<i>Figura N° 81: Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Concreto-7 Mudas</i> .....	146
<i>Figura N° 82: Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Ladrillo-7 Mudas</i> .....	147
<i>Figura N° 83: Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Concreto Premezclado -7 Mudas</i> .....	148

## INDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1: Incidencia de los Recursos en las Obras.....</i>	<i>5</i>
<i>Tabla N° 2: Causas de los Desperdicios de Materiales”.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla N° 3: Identificación y Clasificación de Desperdicio de Materiales (Perdida Directa)...</i>	<i>29</i>
<i>Tabla N° 4: Identificación y Clasificación de Desperdicio de Materiales (Perdida Indirecta)</i> <i>.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla N° 5: Obras en Ejecución en el Distrito de Victor Larco Herrera .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla N° 6: Características del Proyecto A .....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla N° 7: Características del Proyecto B.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla N° 8: Características del Proyecto C.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla N° 9: Cuadro de Desperdicio del Ladrillo .....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla N° 10: Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra .....</i>	<i>104</i>
<i>Tabla N° 11: Medición de residuos de mortero en la partida de tarrajeo de muros.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla N° 12: Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra .....</i>	<i>111</i>
<i>Tabla N° 13: Cuadro de Desperdicio en el Concreto Premezclado.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla N° 14: Medición de la Cantidad de Materiales que se Usaban por “Tanda” .....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla N° 15: Volumen Requerido para Columnas.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N° 16: Volumen de Mezcla Sobrante .....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N° 17: Resumen del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N° 18: Cálculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla N° 19: Medición de la Cantidad de Materiales que se Usaban por “Tanda” .....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla N° 20: Volumen Requerido para Columnas.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla N° 21: Volumen de Mezcla Sobrante .....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla N° 22: Resumen del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>119</i>

<i>Tabla N° 23: Cálculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla N° 24: Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra .....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla N° 25: Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra .....</i>	<i>124</i>
<i>Tabla N° 26: Nuevos Cuadros de Desperdicio en el Ladrillo .....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla N° 27: Nuevo Cuadro de Desperdicio en el Cemento .....</i>	<i>130</i>
<i>Tabla N° 28: Nuevo Cuadro de Desperdicio en la Mano de Obra Para el Cemento.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla N° 29: Medición de la cantidad de materiales que se usaban por "Tanda".....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla N° 30 : Volumen Requerido para Columnas.....</i>	<i>134</i>
<i>Tabla N° 31: Volumen de Mezcla Sobrante .....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla N° 32: Resumen del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla N° 33: Cálculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>135</i>
<i>Tabla N° 34: Medición de la cantidad de materiales que se usaban por "Tanda".....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla N° 35: Volumen Requerido para Columnas.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla N° 36: Volumen de Mezcla Sobrante .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla N° 37: Resumen del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla N° 38: Cálculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla N° 39: Nuevo Cuadro de Desperdicio para el Concreto Premezclado .....</i>	<i>139</i>
<i>Tabla N° 40: Cuadros con Porcentajes de Desperdicio.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla N° 41: Cuadros con Porcentaje de Desperdicio.....</i>	<i>141</i>
<i>Tabla N° 42: Cuadros con Porcentaje de Desperdicio.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla N° 43: Cuadros con Porcentaje de Desperdicio.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla N° 44: Cuadros con Porcentaje de Desperdicio.....</i>	<i>143</i>
<i>Tabla N° 45: Resumen del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>149</i>

<i>Tabla N° 46: Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla N° 47: Resumen del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla N° 48: Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla N° 49: Resumen del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla N° 50: Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>150</i>
<i>Tabla N° 51: Resumen del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>151</i>
<i>Tabla N° 52: Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas .....</i>	<i>151</i>

## RESUMEN

La gran competitividad que existe en la actualidad en el rubro de la construcción civil obliga a las empresas pertenecientes a esta industria a buscar optimizar al máximo sus procesos, logrando la mayor productividad posible en el uso de sus recursos. En la actualidad uno de los recursos más controlados por los responsables de los proyectos es la mano de obra, existe una gran cantidad de herramientas y metodologías difundidas con la finalidad de mejorar la productividad de este recurso (cartas balance, medición de nivel general de actividad, etc.), sin embargo, se deja de lado la oportunidad de mejorar la eficiencia en el uso de otros recursos como son los materiales, equipos o subcontratos.

Los materiales pueden llegar a representar cerca del 30% del costo de un proyecto y sin embargo, en muchos casos las empresas solo realizan verificaciones mensuales del estado de sus consumos de materiales para las partidas de control, las cuales están a cargo de los jefes de almacén quienes le dedican poco o nulo análisis al tema de la productividad de los recursos.

El presente trabajo presenta la realidad de los consumos de materiales en dos obras de edificación peruanas, relacionando los principales datos encontrados a estudios realizados al respecto en otros países como el Reino Unido, Estados Unidos o Brasil y desarrolla todo el proceso de mejora de productividad desde la recopilación de datos, análisis de la información, pasando por las posibles intervenciones para mejorar los procesos hasta la verificación final de los mismos.

Esta investigación se centra en dos objetivos principales, reducción del costo de consumo de los materiales y reducción de los residuos sólidos de construcción generados por las obras, para esto se tomo la decisión de llevar el control de materiales significativos por el costo que

representan para el proyecto (acero y concreto) y los que involucran una gran generación de desmonte (mortero, albañilería).

Para los materiales seleccionados se establecen controles de consumo y se analizan las tendencias de los indicadores conforme los encargados del proyecto van tomando medidas de mejora, modificando procesos o tecnologías. Paralelamente se mantiene un indicador de la generación de residuos sólidos por parte de la obra el cual también se va alterando conforme los ingenieros encargados marcan los lineamientos del proyecto al respecto. Todas estas mediciones y controles se efectuaron a lo largo de los proyectos y se llegaron a incorporar al sistema de gestión de la obra, generando beneficios reconocidos por la empresa constructora encargada de la ejecución.

## ABSTRACT

The fierce competition that exists today in the field of civil construction requires companies belonging to this industry to seek to optimize their processes, achieving the highest possible productivity in the use of resources. Currently one of the most controlled by those responsible for the projects resources is labor, there is a lot of tools and disseminated in order to improve the productivity of this resource (letters balance, measurement methodologies overall level of activity, etc.), however, it neglects the opportunity to improve efficiency in the use of other resources such as materials, equipment or subcontracts.

The materials can account for about 30% of the cost of a project and yet, in many cases companies alone make monthly checks the status of their consumption of materials to control the games, which are run by bosses store who devote little or no analysis to the issue of resource productivity.

This paper presents the reality of the consumption of materials in two works of Peruvian building, linking the main data found in studies performed in other countries like the UK, USA and Brazil and develops the whole process of improving productivity from data collection, data analysis, through possible interventions to improve processes to final verification thereof.

This research focuses on two main objectives, reducing the cost of consumption of materials and reduction of solid waste generated by construction works, so that the decision to take control of significant materials cost accounting was taken to the project (steel and concrete) and involving a clearing generation (mortar, masonry).

For selected physical checks for drinking and trends indicators as project managers are taking measures to improve modifying processes or technologies are analyzed. Alongside an indicator of solid waste generation by the work which will also alter as the engineers who make the project guidelines about remains. All these measurements and controls were made

to some projects and reached into the system management work, generating recognized by the construction company responsible for the implementation benefits.

## I. INTRODUCCION

El presente trabajo se desarrolla bajo el contexto de una industria de la construcción creciente y con buenos auspicios para los años venideros, con proyectos de gran envergadura desarrollándose en el país, tanto en el sector público como en el sector privado además cuenta con una importante demanda de vivienda insatisfecha, el sector parece proyectar un crecimiento significativo y las empresas necesitan prepararse para aprovechar esta oportunidad, potenciando sus procesos y desarrollando sus modelos de gestión.

La presente tesis pretende apoyar este proceso de mejora de las empresas desarrollando una investigación realizada respecto a los consumos de materiales en la industria de la construcción y la mejora de la productividad de este recurso, a continuación se presentan los motivos que incentivaron a autor a desarrollar este trabajo.

- **CONTROL Y MEJORAMIENTO EN LAS PARTIDAS DE CONSTRUCCION CIVIL**

La construcción es una industria que genera por naturaleza productos únicos, así mismo las condiciones de trabajo para la fabricación de cada producto varían constantemente, pese a esto los procesos constructivos en el Perú son en su mayoría tradicionales y repetitivos, debido a que el proceso de aprendizaje, a nivel obrero, es empírico y los conocimientos se transmiten oralmente desde los trabajadores con mayor experiencia hacia los nuevos.

Por otro lado, los profesionales encargados de las obras, muchas veces no cuentan con el tiempo ni los recursos necesarios para revisar el diseño de todos los procesos o evaluar su funcionamiento en detalle y muy por el contrario termina aceptando el método tradicional, sin considerar que podría estar equivocado o que podría mejorarse. Este defecto es reconocido como una de las principales causas de pérdidas en la construcción.

Estas dificultades para desarrollar un estudio detallado de todos los procesos que hay en una obra de construcción, se pueden superar mediante el uso de indicadores adecuados que permitan identificar cuáles son los procesos ineficientes, o que están teniendo un mal funcionamiento, con la finalidad de estudiarlos con mayor atención.

Una manera de lograr esta identificación es mediante el control de las pérdidas o desperdicios de materiales. Analizando los indicadores de consumo de material (Unidad de almacenamiento/Unidad de metrado) se pueden determinar qué partidas cuentan con índices de consumos muy altos, muy bajos o irregulares entre una semana y otra.

Así mismo, la inspección visual del material eliminado semanalmente y los indicadores de cantidad de desmonte producido en la obra (m<sup>3</sup> eliminados/m<sup>2</sup> techado) también ayudaran a encontrar fallas en los procesos que generan gran cantidad de residuos.

Una vez identificada la oportunidad de mejora en un proceso constructivo, el control continuo de estos indicadores puede servir además para medir el impacto positivo o negativo de las modificaciones efectuadas en los procedimientos.

- **REDUCCIÓN DE RESIDUOS QUE AFECTAN EL MEDIO AMBIENTE**

No cabe duda que el sector construcción ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Esta realidad trae consigo grandes beneficios para el país tales como la generación de empleo, el incremento de la producción de empresas proveedoras, mejora de la infraestructura, disminución de precios debido al aumento de la competencia, etc. Sin embargo, la construcción también trae consigo efectos negativos para el medio que la rodea, uno de los más perjudiciales es el impacto que tiene sobre el medio ambiente.

El gran consumo de recursos naturales, la generación de ruido, vibraciones, polvo, olores, etc.

Son algunas de las consecuencias provenientes de la actividad de la construcción. Sin embargo, uno de los problemas más graves es tal vez la generación de gran cantidad de

residuos sólidos, los cuales en su mayoría no cuentan con un destino final adecuado y/o certificado.

El incremento de los residuos sólidos de construcción es una realidad, que continuara ocurriendo a menos que las empresas constructoras tomen medidas para su control. Entre las medidas necesarias para disminuir el problema se encuentra el control de los desperdicios de materiales.

Es fundamental, en primer lugar que las empresas reconozcan y hagan seguimiento a la cantidad de desmonte que generan por cada obra ejecutada. Posteriormente se debe identificar los principales materiales que son eliminados de la obra para estudiar las causas de su generación, y las posibles consecuencias que puede tener sobre el medio ambiente.

Finalmente deben estudiarse alternativas adecuadas a nuestra realidad para reducir, reusar o reciclar estos desperdicios.

Reducir la cantidad de material utilizado en obra no implica necesariamente colocar menos material que lo necesario o especificado para el proyecto, por el contrario, se refiere a no comprar material en exceso que a la larga podría terminar siendo eliminado debido a un mal uso, a que se dañe por exceso de manipulación, que se pierda, etc.

Reusar implica volver a utilizar material que ya fue empleado de alguna manera en la obra, aprovechando su potencial con un mínimo proceso de recuperación de por medio.

Reciclar, por último es considerado comúnmente la manera más costosa y complicada de reducir los desperdicios sólidos, debido a que se necesita un proceso industrializado para poder convertir los residuos en productos útiles. Sin embargo, existen ejemplos países en donde la cultura del reciclaje se ha difundido a tal punto que se ha convertido en un negocio rentable mediante la venta de productos fabricados a partir de la basura. Uno de los países más avanzados en cuanto a reciclaje de RSC es Holanda, donde se recupera el 85% de los residuos generados en las obras, esto debido a los altos costos de disposición final de

desperdicios (\$200/Ton), la sensibilización de la sociedad y las políticas estrictas de cuidado al medio ambiente.

Aplicando estos tres principios contribuiremos a mejorar la relación entre la industria de la construcción y el medio ambiente, reduciendo los riesgos para la salud de la población, incrementando la calidad de vida, dándole un mayor valor a los recursos naturales y mejorando además la imagen de las compañías constructoras frente a la población.

- **INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD**

Durante los últimos años, el aumento de la actividad en el sector construcción ha propiciado la aparición de nuevas empresas constructoras tanto nacionales como extranjeras, frente a este incremento de la competencia los contratistas deberían buscar disminuir sus costos de operación así como el abaratamiento de sus procesos constructivos para así volverse más competitivas en el mercado. Una de las maneras de conseguir este objetivo es mejorar la productividad de las partidas que tienen un mayor impacto en el costo final del proyecto.

La productividad se define como el cociente entre la producción total y la suma de los recursos utilizados para lograr dicha producción (mano de obra, equipos, materiales, etc.). Según investigaciones realizadas en Brasil, una obra de edificación promedio desperdicia el 30% de los recursos invertidos en ella, debido a fallas de calidad, errores en los procesos, diseños ineficientes, etc. Es decir, el margen existente en la actualidad para optimizar la productividad de los procesos constructivos es significativo y debe ser aprovechado.

En nuestro país se han estudiado y difundido muchas herramientas que tienen como finalidad medir, controlar y evaluar la productividad de la mano de obra (informes de productividad, cartas balance, niveles generales de actividad, first run studies, etc.), Del mismo modo se han realizado investigaciones y diagnósticos sobre el tema<sup>1</sup>, Sin embargo, existe poca información disponible en nuestro medio sobre el control de los materiales, pese a que

representan una parte importante del costo directo de las obras como lo muestra el siguiente cuadro.

Este cuadro fue presentado en julio del año 2007 por Manuel Wu, encargado de compras de una de las empresas constructoras más reconocidas del país, durante la semana de Inducción #12 del programa de formación de ingenieros jóvenes, Se tomaron como referencia las obras ejecutadas por la empresa durante el 2007.

*Tabla N° 1 – “Incidencia de los Recursos en las Obras”*

<b>ESTRUCTURA DE COSTO</b>	<b>% INCIDENCIA</b>
MANO DE OBRA	22%
MATERIALES	28%
EQUIPOS	22%
SUBCONTRATAS	16%
COSTOS INDIRECTOS	12%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>
GG OFICINA PRINCIPAL	5%
UTILIDAD BRUTA	12%
<b>VENTA TOTAL</b>	<b>117%</b>

*Fuente: (Manuel Wu, 2007).*

En él se aprecia que la principal incidencia en el valor final de las obras está dada por del costo de los materiales (28%), superando incluso a la mano de obra (22%). Es decir, los materiales como recurso, son igual y en muchas ocasiones más valiosos que la mano de obra por lo que es necesario mantener un control estricto sobre su uso en obra.

Además existe una consideración muy importante a tener en cuenta cuando se trata de mejorar la productividad de los materiales, el desperdicio de un recurso generalmente viene acompañado del consecuente desperdicio de otros recursos asociados, es decir, si se está

colocando mayor material del necesario en un tarrajeo de muro se debe considerar que además de desperdiciar materiales como el cemento o la arena también se están gastando horas hombre, herramientas y equipos para preparar la mezcla; Corregir la baja productividad del material contribuirá a la eliminación de trabajos innecesarios que consumen recursos de todo tipo.

El primer paso para lograr una mejora en la productividad de los materiales es la identificación de las partidas más incidentes en el presupuesto de obra, de esta manera las mejoras realizadas tendrán un impacto más significativo. Así mismo hay que determinar las causas raíz del desperdicio y la etapa del proceso en que ocurre. Para obtener esta información se pueden utilizar herramientas como el diagrama de Pareto, diagramas de flujo de materiales y diagramas causa efecto, etc.

Luego se debe establecer un sistema de medición, el cual permita determinar en qué partidas se están produciendo consumos irregulares de material o que partidas están generando residuos significativos innecesariamente. “En principio, debemos tener claro que todo lo que se puede medir, se puede mejorar. Mientras que no podamos medir nuestras ineficiencias, mal vamos a poder eliminarlas” (Ghio 2001). Las mediciones pueden realizarse mediante formatos de campo, muestreos o recopilación de información de fuentes confiables.

Posteriormente se realiza una evaluación de los resultados para determinar cuáles son los aspectos en los que se debe intervenir con la finalidad de optimizar el uso de los recursos. Para este ejercicio es importante la participación de todas las personas involucradas en el tema (ingeniero de campo, encargados de almacén, residente de obra).

Finalmente se debe mantener un continuo control sobre el consumo de materiales en relación al avance diario para observar cómo se comporta la tendencia luego de implementar medidas atenuadoras de desperdicio o cuando hay otros factores que afectan la producción.

### **1.1 Antecedentes y Justificación del Problema**

### 1.1.1 Antecedentes

**Antecedente N° 1: Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control; Autor: Bach. Marco Paulo Galarza Meza; Lima; Julio del 2012.**

La presente tesis pretende apoyar este proceso de mejora de las empresas desarrollando una investigación realizada respecto a los consumos de materiales en la industria de la construcción y la mejora de la productividad de este recurso.

Por otro lado, los profesionales encargados de las obras, muchas veces no cuentan con el tiempo ni los recursos necesarios para revisar el diseño de todos los procesos o evaluar su funcionamiento en detalle y muy por el contrario termina aceptando el método tradicional, sin considerar que podría estar equivocado o que podría mejorarse. Este defecto es reconocido como una de las principales causas de pérdidas en la construcción.

Esta identificación es mediante el control de las pérdidas o desperdicios de materiales. Analizando los indicadores de consumo de material (Unidad de almacenamiento/Unidad de metrado) se pueden determinar qué partidas cuentan con índices de consumos muy altos, muy bajos o irregulares entre una semana y otra.

Finalmente se realizará una inspección visual del material eliminado semanalmente y los indicadores de cantidad de desmonte producido en la

obra (m3 eliminados/m2 techado) también ayudaran a encontrar fallas en los procesos que generan gran cantidad de residuos.

Una vez identificada la oportunidad de mejora en un proceso constructivo, el control continuo de estos indicadores puede servir además para medir el impacto positivo o negativo de las modificaciones efectuadas en los procedimientos.

**Aporte del Antecedente:** Esta tesis nos ayuda en como nosotros podremos analizar los indicadores de consumo de material (Unidad de almacenamiento/Unidad de metrado), para determinar partidas que tienen altos consumos de materiales ocasionando bastante desperdicio, así mismo otro aporte de este material es el seguimiento semanal de aquellas partidas que generan bastante desperdicio.

**Antecedente N°2: Guía de Manejo de Escombros y Residuos de la Construcción; Autores: Bach. Manuel Morales Alpízar, Bach. Mario Villalta Flórez Estrada; San José-Bogotá; Enero del 2012.**

El objetivo principal de la presente guía es brindar a aquellos relacionados con la gestión de los escombros u otros residuos de la construcción, a las autoridades ambientales y a la sociedad civil en general una herramienta de gestión, con las acciones y medidas necesarias para promover un desempeño ambiental sostenible en el desarrollo de los proyectos.

Para ello se optó por realizar un método típico para el manejo adecuado de los residuos en la construcción civil el cual se trata de un seguimiento jerárquico, que ayuda a acumular los residuos que se generan en las partidas de la construcción civil, y estos residuos pasan por un chequeo para poder aprovechar al máximo la utilización de estos mismos ocasionando de manera favorable un valor agregado al producto y así poder aprovechar el material en todas las partidas que sean necesarias.

El método a utilizar para el aprovechamiento de los residuos se llama; el “Cono de Jerarquía de disposición de los Residuos”; desarrollada en el Centro Nacional de Producción más Limpia (CNP+L) de Costa Rica.

La principal conclusión que podemos sacar es que este método se basa en el aprovechamiento de los residuos que sobran en la obra este método se basa en Eliminar, Tratar, Co-Procesar, Reciclar, Reducir, Evitar, Deseable; estos son los conceptos que utiliza dicho método para el adecuado manejo de los residuos y escombros que se generan en obra.

**Aporte del Antecedente:** El aporte de esta tesis es en un método llamado “Cono de Jerarquía de disposición de los Residuos”; desarrollada en el Centro Nacional de Producción más Limpia (CNP+L) de Costa Rica, el cual nos ayudará para la parte del adecuado manejo y aprovechamiento de los residuos escombros y desperdicios que se generan en obra.

**Antecedente N°3: Costos y Desperdicios de Materiales – Planificación y Control de la Producción; Autor: Bach. Sachiko Nakata; Venezuela; Julio del 2014.**

El propósito fundamental de esta tesis se basa en identificar aquellos materiales o suministros con mayor incidencia en las partidas de construcción civil porque son los elementos básicos que se transforman en productos terminados a través del uso de la mano de obra y de los costos indirectos de fabricación en el proceso de producción.

Una vez analizado aquellas partidas donde influyen considerablemente los desperdicios ocasionados en el proceso constructivo se realizará un control de materiales; dicho control se basa en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico.

Seguido a ellos se realizará la contabilidad de costes, ya que realiza un sistema de información contable destinado a cubrir las necesidades de la dirección acerca de la gestión empresarial.

También se basará en un sistema que captará, medirá y representará el flujo interno de valores dentro de la empresa, para evaluar la eficiencia y la eficacia de la gestión.

**Aporte del Antecedente:** El aporte de esta tesis se basa en mostrarnos como obtener aquellos tipos de desperdicios de materiales y realizar una cuantificación para ver cuál prevalece más en los costos de los procesos constructivos. Ya se desperdicios por espera, desperdicio por transporte, desperdicio por proceso mismo, desperdicio por inventario en proceso, desperdicio por movimientos innecesarios, desperdicio causado por defecto, etc.

**Antecedente N° 4: Productividad en la Construcción de un Condominio  
Aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción;  
Autor: Kenny Ernesto Buleje Revilla; Lima; Noviembre del 2012.**

El objetivo principal de la presente tesis es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un condominio aplicando algunos conceptos de lean construction. En los primeros capítulos se presenta la teoría acerca de lean construction, definiciones y marco teórico, para después mostrar la aplicación a la construcción de un condominio, el proyecto sobre el cual se basa la presente tesis es el condominio Villa Santa Clara, construido por la empresa Besco Edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group of Lean Construction), se tomara mediciones de rendimiento reales de todas las actividades en un formato llamado ISP (Informe Semanal de Producción). Con lo cual se demostrara la especialización del personal obrero. Finalmente (y únicamente en el capítulo siete) se mostrara un estudio de productividad realizado a una empresa X, donde mediante cartas balance se propone soluciones claras y directas para el aumento de la productividad de dicha obra. Además, en la presente tesis se definen tres maneras de calcular rendimientos, sus diferencias y donde se deberían usar cada uno de estos Es importante mencionar que la filosofía Lean abarca todo el universo del proyecto, desde la definición del proyecto, hasta su uso. La presente tesis se ha enfocado únicamente a la etapa donde se maneja más dinero, la etapa de construcción (lo que Lean llama ensamblaje sin perdidas) y sobretodo haciendo uso de básicamente cartas balance.

**Aporte del Antecedente:** El aporte de esta tesis se basa en mostrarnos la producción que existe en la construcción, la programación y el control en la distribución de materiales en las partidas y el buen manejo de materiales de acuerdo al desarrollo del proyecto.

**Antecedente N° 5: Estudios para la Construcción de un Proyecto de Edificación de Viviendas; Autor: Luis Alberto Malca Alcántara; Lima; Octubre del 2012.**

Una de las principales debilidades del sector de la construcción es el incumplimiento de plazos debido en la mayoría de casos a la falta de seguimiento y un adecuado planeamiento de Obra. Por tanto, la idea principal que se ve reflejada en este trabajo de tesis es la de realizar un adecuado planeamiento de Obra, que abarque todas las etapas de un proyecto de construcción, desde la etapa previa a la ejecución, cuando el proyecto se encuentra en marcha, y la etapa final. Es importante que en el planeamiento de Obra se detalle la forma como nuestro proyecto será llevado a cabo, además debe ser realizado de forma conjunta con el personal que se hará cargo del proyecto, es importante que estén identificados los alcances del mismo y además deberán de seguir el siguiente orden, análisis macro o general (planeamiento de Obra), programación de Obra y también una programación mas a detalle (programación de 3 semanas o Look Ahead), evaluar las restricciones que pudieran presentarse por cada una de las tareas programadas y luego verificar si lo programado realmente se llegó a ejecutar. Debemos de considerar también como importante para un planeamiento de

Obra, la aplicación de una Logística de Obra, el abastecimiento de materiales y la distribución de los mismos dentro del proyecto.

**Aporte del Antecedente:** El aporte de esta tesis se basa en mostrarnos cuán importante es tener un planeamiento del proyecto y hacer a la misma vez el seguimiento respectivo a la edificación y elaboración de diversas partidas realizadas en campo.

### 1.1.2 Justificación

El presente estudio de investigación se justifica porque en la industria de la construcción en la Libertad existe un inadecuado control en la utilización de materiales desde el punto de vista operativo.

Es indudable que el sector de la construcción es un componente significativo en la economía de un país.

A pesar de su importancia, los problemas que enfrenta el rubro de la construcción son bien conocidos:

Baja calidad del producto terminado, baja productividad, altos residuos sólidos y en cada uno de estos problemas siempre se generan los desperdicios de los materiales en obra que indudablemente ocasionan un gasto innecesario en el presupuesto del proyecto.

Por ende, esta investigación se centra en dos objetivos principales, reducción del costo de consumo de los materiales y reducción de los residuos sólidos de construcción generados por las obras.

Para esto se tomó la decisión de llevar el control de materiales significativos por el costo que representan para el proyecto (acero y concreto) y los que involucran una gran generación de desmonte (mortero, albañilería).

Toda esta investigación aplicada a edificaciones en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la ciudad de Trujillo, con la finalidad de beneficiar a las empresas constructoras y así poder agregar más valor al producto terminado minimizando los desperdicios y así poder obtener una ventaja competitiva en el mercado de la construcción.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles son los Factores que Generan Desperdicios de Materiales en Obras de Construcción Civil Localizadas en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la Ciudad de Trujillo?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivos Generales**

Formulación de los Factores que Influyen en los Desperdicios de Material en Obras de Construcción Civil, en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la Ciudad de Trujillo.

### **1.3.2 Objetivos Especificos**

- ✓ Formular los cuadros de desperdicios de cada partida estudiada.
- ✓ Formular cuadros con porcentajes de desperdicios en las partidas estudiadas.
- ✓ Formular el cuadro de las posibles restricciones que influyen en los desperdicios.
- ✓ Elaborar el esquema de los Tipos de Desperdicios- 7Mudas.
- ✓ Elaborar el esquema Cono de Jerarquía de Disposición de los Residuos.
- ✓ Elaborar cuadros de Métricas de Desperdicios de Materiales en Partidas de Concreto Armado.

## **1.4 Hipótesis**

Los Factores que Generan Desperdicios de Material en Obras de Construcción Civil en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la Ciudad de Trujillo son:

- (1) Bajo control de Calidad de Procesos Constructivos.
- (2) Deficiente Gestión Logística en la Empresa Constructora.
- (3) Baja comunicación interna para realizar las partidas.

## **1.5 MARCO TEÓRICO**

### **1.5.1 CONCEPTO DE DESPERDICIO DE MATERIALES:**

El concepto de desperdicio en general es similar para diversos autores:

Ghio (2001) lo define como “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto final”. Por su parte, Formoso (1996) amplía el concepto indicando que se refiere a “Toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación”. Paliari (1999), sin embargo, plantea una interrogante válida, la cual se debe discutir antes de establecer un concepto definitivo de desperdicio. Este autor sostiene que las pérdidas son un concepto relativo ya que se debe determinar en primer lugar una situación de referencia. Es decir definir, para cada realidad un rendimiento estimado o aceptable de los recursos, considerando así como desperdicio a todo lo que supere este límite. Para estimar el desperdicio de materiales se utilizan normalmente los consumos promedio del sector como situación de referencia, sin embargo, este criterio no es la ideal ya que cada obra tiene características propias (tecnología, tipo de mano de obra, procedimientos, etc.) que requieren estimaciones más precisas para un control adecuado, también pueden utilizarse los consumos promedio de edificaciones similares o los consumos establecidos en normas

técnicas (cuando existan). Este planteamiento se opone a definiciones como la de Melinghender (1976) quien por el contrario sostiene que los desperdicios son “todo aquello que diferencia a la obra ejecutada de la obra perfecta” o la de Conwat Quality quien plantea que son “La diferencia entre las formas como las cosas se hacen ahora y la forma como podrían ser hechas si todo fuera perfecto.” Considerando ambas posturas podría comenzar a plantearse una definición final para el desperdicio de los materiales. Definitivamente es necesario considerar las características particulares de cada proyecto y de cada etapa del mismo al analizar los desperdicios (circunstancias, procedimientos constructivos, equipos, calidad de la mano de obra, etc.), no es lo mismo por ejemplo, el desperdicio de concreto que se puede tener vaciando una cimentación que el que se obtiene vaciando elementos verticales.

Por otro lado, es fundamental también realizar el contraste con la situación ideal, de esta manera se puede mantener el control de la brecha que existe entre lo real y lo perfecto, lo que contribuye al análisis de las causas de estos desperdicios. Sin embargo, no en todas las partidas se puede definir una situación ideal fácilmente. Tal es el caso del cemento para tarrajeo de muros, para realizar esta actividad existen diversas proporciones de mezcla arena: cemento (4:1, 5:1, 6:1), cuando la formula no ha sido definida dentro de las especificaciones del proyecto se utiliza el criterio de los encargados de obra, quienes basados en sus propias experiencias personales establecen la proporción adecuada como consumo estándar. En partidas como el vaciado de concreto en cambio, queda claro por razones geométricas, que la situación perfecta se dará cuando se consuma  $1\text{m}^3$  de concreto por cada  $\text{m}^3$  que haya que llenar con mezcla. La respuesta adecuada en estos casos debe estar en los documentos técnicos (especificaciones, planos, memorias descriptivas). Con el apoyo de esta información se debe determinar la cantidad necesaria de material que se debe utilizar para lograr la fabricación del producto final de acuerdo a los estándares de calidad

requeridos por el cliente. En caso no se encuentre la información necesaria en los documentos técnicos quedara a criterio del equipo de obra determinar los consumos ideales en base a su experiencia. Tomando en cuenta todo lo expuesto anteriormente, esta tesis considerara como desperdicio de materiales a todo consumo de recurso material en cantidades mayores a las necesarias para la elaboración de un producto de construcción de acuerdo a las especificaciones reflejadas en los documentos técnicos o a los criterios establecidos por los encargados de obra.

### **1.5.2 CLASIFICACION DEL DESPERDICIO DE MATERIALES**

Los desperdicios tienen una serie de características significativas que pueden determinar la forma en que se les clasifica. El método de clasificación más difundido es el utilizado por la empresa TOYOTA, dentro del marco de su sistema de producción, el cual se basa en la eliminación total de las pérdidas ocurridas durante el flujo del proceso productivo. A continuación se detallan los 7 tipos de desperdicio señalados por esta teoría según los presenta Pires (1998):

**1.5.2.1 Pérdidas por Superproducción:** Se refiere a los desperdicios de recursos generados por la fabricación de productos en mayor cantidad a la necesaria.

**1.5.2.2 Pérdidas por Transporte:** Se hace referencia a los gastos innecesarios en los que se incurre al transportar recursos de una ubicación a otra ya que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda disminuirla al máximo.

**1.5.2.3 Pérdidas por Almacenamiento:** Son los costos en los que se incurre por ocupar el espacio de almacenamiento y el riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

**1.5.2.4 Pérdidas por Movimiento:** Se refiere a los movimientos innecesarios realizados por los trabajadores durante la ejecución de sus labores.

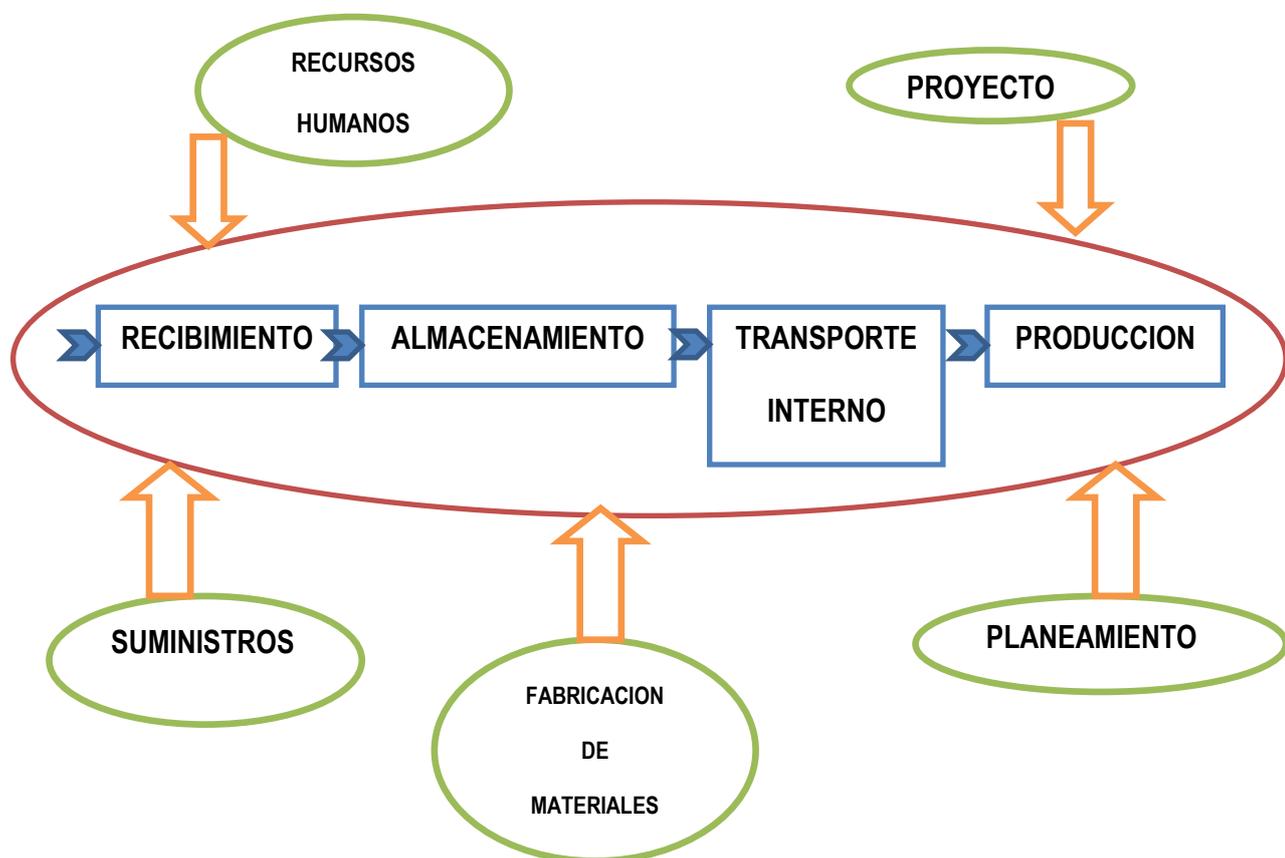
**1.5.2.5 Pérdidas por Espera:** Está compuesto por aquellos periodos de tiempo en los cuales los recursos generan gasto pero no están siendo utilizados debido a diferentes motivos.

**1.5.2.6 Pérdidas por Productos Defectuosos:** Son los costos adicionales en los que se incurre cuando un producto no ha sido fabricado de acuerdo a las características de calidad solicitadas por el proyecto.

**1.5.2.7 Pérdidas del Propio Proceso:** Se refiere a actividades que no son necesarias para lograr el producto final según las especificaciones solicitadas y que están incluidas dentro del proceso mismo. Todos los tipos de pérdidas mencionados han sido determinados considerando los desperdicios que se pueden encontrar en un proceso industrializado típico, sin embargo es necesario encontrar una mejor aproximación a la industria de la construcción por ser un sector con características muy particulares en el uso de sus recursos (layouts variables, distintos proveedores entre proyectos, procesos poco industrializados, etc.).

Así por ejemplo, Formoso et Al, clasifican a los desperdicios considerando la etapa del proceso en que se ocasiona la pérdida (Recepción, almacenamiento, transporte interno y producción) y el origen de la misma (Proyecto, Recursos Humanos, Proveedores, Fabricación de materiales y Planeamiento), representado por el siguiente gráfico:

Figura N° 1 – “Factores Externos que Producen Desperdicio”



Fuente: (Formoso et Al,1996).

Esta visión de las pérdidas tiene el inconveniente de presentar solo factores externos (proveedores, fabricantes, proyecto, etc.) como posibles causantes de desperdicio, los cuales no pueden ser manipulados con facilidad por los responsables de obra para mejorarlos. Utilizando este tipo de clasificación no se podrían identificar a los agentes de desperdicio que se encuentran dentro del alcance del proyecto.

Skoyles & Skoyles (1987) Plantean una clara e importante división entre dos tipos de desperdicio de materiales. En primer lugar se presenta la pérdida directa, este desperdicio es

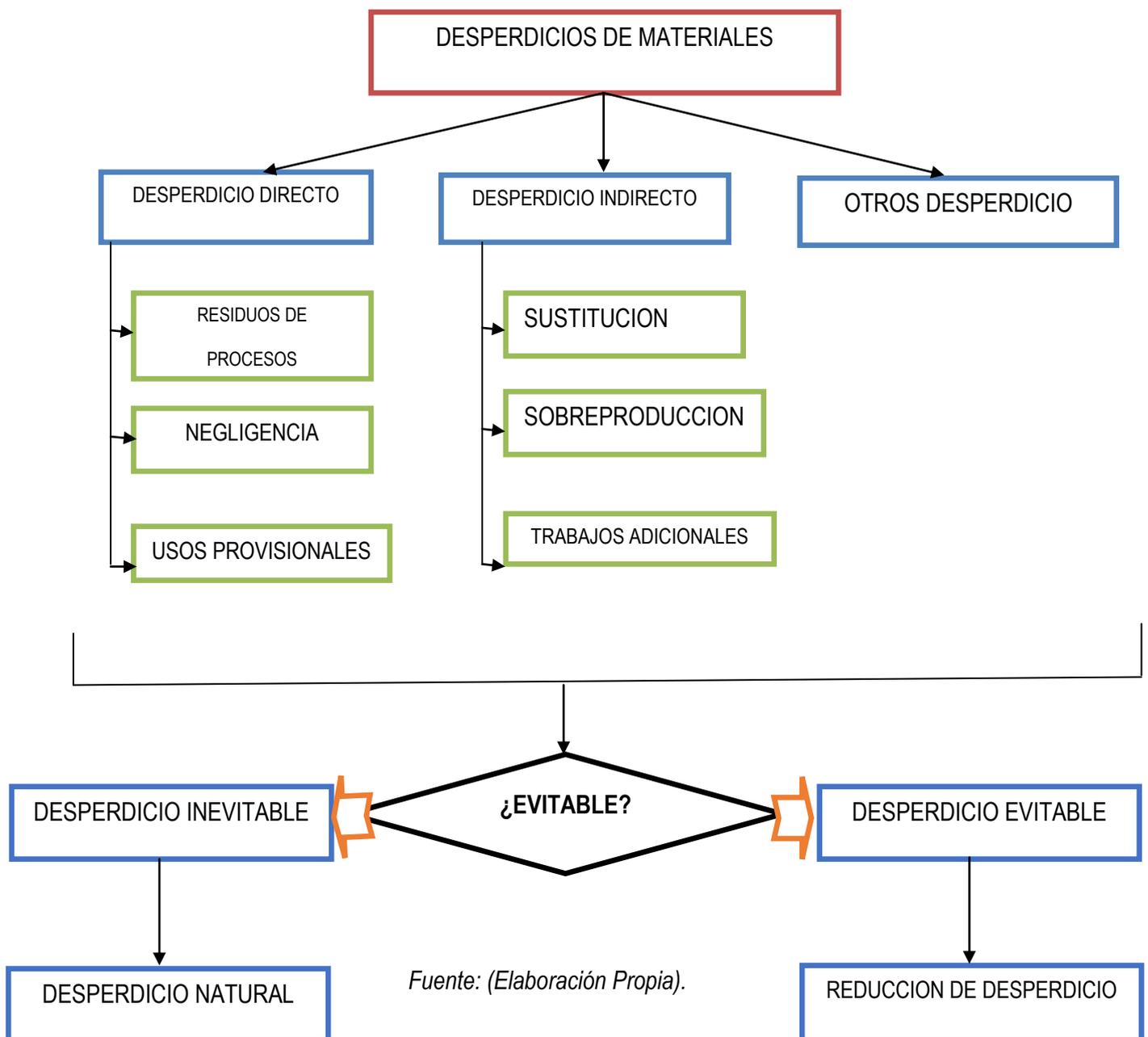
el más evidente y el más sencillo de diagnosticar, se refiere básicamente a todo el material que es eliminado de la obra como desmonte, el cual se ocasiona cuando existen procesos improductivos que generan residuos excesivos.

Estos residuos son perjudiciales para el proyecto de diversas maneras. Además del costo generado por la compra, almacenamiento, transporte y manipulación de un material que termina siendo eliminado de la obra, se deben considerar los costos adicionales en los que se incurre para la limpieza de la obra y para la disposición final de los desperdicios. Adicionalmente estos residuos contribuyen a la contaminación del medio ambiente, existiendo el peligro de que junto con el desmonte se eliminen materiales con componentes nocivos.

El otro tipo de desperdicio presentado por estos autores es el indirecto, el cual se refiere a todo material que es colocado dentro de la obra sin que esté considerado en los planos o especificaciones técnicas del proyecto. Bajo esta categoría se pueden encontrar a los espesores excesivos de tarrajeo, el uso de materiales de mayor calidad, características distintas o el material que se consume en trabajos que no han sido considerados en la propuesta inicial pero que son necesarios para el desarrollo del proyecto. Este tipo de desperdicio podría asociarse con un defectuoso control de calidad dentro del proyecto, ya que como se puede apreciar en todos los casos se refiere a utilizar material adicional para esconder fallas en algún producto, o cambiar las características de un material especificado para algún trabajo por otro de calidad superior innecesariamente. Los mismos autores presentan una alternativa a esta clasificación, plantean paralelamente dividir a los desperdicios en función a la capacidad de las empresas constructoras para minimizarlos, si bien es cierto esta característica es relativa, resulta importante al momento de evaluar la posibilidad de mejorar procesos, los desperdicios entonces pueden conocerse como evitables o no evitables. Las pérdidas evitables son aquellas cuyo costo de eliminación es menor que el costo de los desperdicios que generan; Las No evitables por otro lado, son aquellas cuyo

control generara mayor gasto que el que generan por sí mismas. Cabe resaltar una vez más que este concepto es muy relativo, un desperdicio no evitable en un proyecto puede ser a su vez evitable en otra obra si es que las circunstancias (tecnología, costo de los materiales, etc.) se modifican. Como se puede apreciar, todos los autores aportan valiosa información respecto a las características que hay que considerar para elaborar una apropiada clasificación del desperdicio de materiales, en base a estos trabajos y a la experiencia recolectada de la presente investigación se ha elaborado el siguiente esquema:

Figura N° 2 – “Clasificación de los Desperdicios de Materiales”



Este esquema clasifica a los desperdicio de materiales en tres grandes categorías:

**1.5.2.7.1 Desperdicio Directo:** Son los residuos de materiales que se eliminan de la obra como desmonte.

**1.5.2.7.2 Desperdicio Indirecto:** Son los materiales que se incluyen dentro de la obra sin que este indicado en los documentos técnicos del proyecto.

**1.5.2.7.3 Otros Desperdicios:** Son los causados por motivos extraordinarios como robo, vandalismo, etc.

El desperdicio directo a su vez puede dividirse en tres sub-categorías. La primera categoría se titula residuos de proceso y se refiere a todo el material sobrante que generan los procesos constructivos, a manera de ejemplo se pueden mencionar los restos de ladrillo que se producen al cortar las unidades para modular el muro, los saldos de mortero que sobran al final de la jornada porque se preparó excesivo material, etc. En segundo lugar se tiene a las pérdidas directas por negligencia, este concepto se refiere al material que es desperdiciado debido a malas prácticas en el manejo del mismo, como cemento que se malogra por almacenarlo en zonas húmedas o ladrillos rotos por apilarlos de manera inadecuada. Finalmente se tiene el material desperdiciado debido a usos provisionales, son todos aquellos materiales que se pierden debido a que no se encuentran cumpliendo las funciones para las que fueron diseñadas, este caso lo reflejan los ladrillos que se usan de cómo bancos, los encofrados que se utilizan como mesa, etc. El desperdicio Indirecto por su parte, también tiene tres sub-categorías. La primera se denomina desperdicio indirecto por sustitución, ocurre cuando se utiliza un material de mayor calidad en reemplazo de otro, sin sustento técnico. Un ejemplo típico es utilizar acero de ½” en lugar de 3/8” debido a que el material se ha agotado en obra y no se puede esperar a la llegada de una nueva entrega.

También existe el desperdicio indirecto por superproducción, esta situación se da cuando se fabrica un producto final de dimensiones mayores a las solicitadas por los documentos técnicos (tarrajeo de mayor espesor, vaciado de concreto de mayor espesor, malla de acero armada con una separación menor, etc.). Además hay que considerar a los desperdicios debido a trabajos adicionales. Son consumos de material que se generan debido a actividades que no se consideraron inicialmente en el proyecto pero que sin embargo deben ejecutarse para completar los trabajos solicitados. Dentro de esta categoría se incluyen a los retrabajos, resanes, etc. Finalmente, es necesario subrayar, tal como indica el gráfico que cualquiera de los desperdicios descritos anteriormente puede ser considerado como desperdicio evitable o no evitable. Si los costos necesarios para eliminarlos son superiores a los costos que generan los desperdicios, en ese caso se les considera no evitables y pasan a ser un desperdicio natural.

Por el contrario, si existen maneras menos costosas de eliminar un desperdicio y la acción correctiva está justificada en comparación con el costo que originan las pérdidas se procede a tomar las medidas necesarias para combatir el problema.

### **1.5.3 PRINCIPALES CAUSAS DE LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES**

Identificar las causas de los desperdicios es fundamental para plantear una estrategia de disminución de los mismos, se debe determinar el problema raíz, para poder analizarlo y plantear la mejor forma de eliminarlo. Existen diversas propuestas y análisis respecto a las posibles causas de los desperdicios, hay que tenerlas en cuenta ya que la recopilación de esta experiencia servirá de mucho cuando haya que analizar los problemas particulares que afecten nuestros proyectos. En la investigación presentada en su libro “Productividad en obras de construcción Diagnóstico, crítica y propuesta”, Ghio (2001) presenta una serie de circunstancias que pueden afectar la productividad de las obras:

**1.5.3.1 Cuadrillas Sobredimensionadas:** Utilizar mayor cantidad de personal que lo necesario produce que no todos los integrantes del equipo trabajen a su máxima capacidad, así mismo conlleva a desinterés en el cuidado de los materiales y equipos.

**1.5.3.2 Falta de Supervisión:** La falta de control sobre la mano de obra puede traducirse en bajos rendimientos del personal. Así mismo implicara un mal uso de recursos como materiales y equipos (especialmente cuando han sido subcontratados)

**1.5.3.3 Deficiencias en el Flujo de Materiales:** Produce pérdida de tiempo y falta de control en la cantidad y calidad de materiales que serán trasladados a la zona de trabajo, así mismo se sub-utilizan equipos de forma inadecuado para el traslado de recursos cuando esta operación no ha sido planeada eficientemente.

**1.5.3.4 Mala Distribución de Instalaciones en Obra:** Se refiere a los obstáculos que se interponen en el recorrido del personal para el acarreo de material o un layout ineficiente en cuanto a la ubicación de elementos claves como sanitarios, almacén, etc.

**1.5.3.5 Actitud del Trabajador:** La disposición de los trabajadores para realizar sus tareas es un elemento clave ya que finalmente son ellos los que utilizan los recursos dispuestos en la obra. (Tiempo, materiales, equipos)

**1.5.3.6 Falta de Manejo en Campo:** Mala coordinación del trabajo de cuadrillas puede provocar un cruce de actividades de dos equipos distintos, una mala distribución de recursos, ejecución de trabajos no planificados, etc.

**1.5.3.7 Mala Calidad:** Genera fallas que se traducen en retrabajos o correcciones.

**1.5.3.8 Deterioro de Trabajos ya realizados:** Se consumen recursos para volver a fabricar un producto que ya se encontraba listo, y que fue deteriorado por negligencia.

**1.5.3.9 Cambios en los Diseños:** Si es que no se informan con un plazo significativo no permiten un buen planeamiento para su ejecución, lo que ocasiona perdida por un mal manejo de los recursos. Puede ser además que la nueva información no esté completa.

**1.5.3.10 Falta de Programación y Control en el uso de los Equipos:** Esto produce un mal uso de los recursos priorizando en muchos casos ciertas actividades en lugar de beneficiar al flujo de todo el proceso.

**1.5.3.11 Trabajos Lentos:** Generados en su mayoría debido a una excesiva manipulación de equipos y materiales, así como demoras producidas por los propios trabajadores.

**1.5.3.12 Falta de Diseño de los Procesos Constructivos:** Debido a las diferentes circunstancias que se dan entre las distintas obras que no son consideradas antes de iniciar los trabajos.

Las causas descritas anteriormente brindan lineamientos generales para comenzar a analizar la verdadera raíz del desperdicio de materiales. Otros autores han analizado en detalle, cuáles pueden ser los motivos que ocasionan pérdida de materiales para los recursos más valiosos utilizados en obra.

**1.5.3.12.1 Concreto Premezclado:** Soibelman (1993) propone cuatro posibles causas de desperdicio para este material. En primer lugar se menciona a la diferencia entre la cantidad entregada y la solicitada, esta situación se da por fallas en los sistemas de calidad de los proveedores lo que podría ser imperceptible si es que no se mantiene un seguimiento adecuado de la cantidad de concreto que se ha entregado efectivamente en obra.

Otra causa significativa encontrada por el autor es el uso de equipos en mal estado (bombas, encofrados, tuberías) que facilitan la filtración de material, así mismo se señala a los pedidos excesivos como un motivo importante de pérdida de material, en su propia investigación sobre desperdicio de materiales Formoso detectó índices de desperdicio de

hasta 25% en algunos casos debido a este motivo. Finalmente ambos autores coinciden en que otra causa fundamental es el espesor excesivo de los elementos estructurales debido a la falta de control durante la colocación de puntos de referencia o a un mal trabajo en la colocación del encofrado. En el estudio mencionado anteriormente Formoso encontró en una de las obras analizadas espesores de losa hasta 15% mayores a las especificadas en los planos del proyecto.

**1.5.3.12.2 Mortero:** Ambos autores coinciden en que las causas principales de desperdicio del mortero son la colocación de capas de mayor espesor al especificado en el proyecto en los revestimientos de muro, cielo raso, en el asentamiento de ladrillo, etc. Además del material utilizado para reparar irregularidades, modificaciones o retrabajos los cuales son muy comunes en labores de albañilería.

**1.5.3.12.3 Ladrillos:** En este caso también hay consenso sobre las posibles causas de desperdicio de materiales, por un lado se encuentran las deficientes condiciones de recepción y almacenamiento y por el otro el corte de las unidades de ladrillo para obtener medios o un tercio de pieza debido a la poca o nula modulación de los muros de albañilería. En el primer caso Formoso determinó, en base a la medición realizada en una obra, que el desperdicio era aproximadamente del 8.5% y en cuanto al corte de unidades la pérdida era del 5.6%.

**1.5.3.12.4 Cemento:** Ya que el cemento es un componente fundamental del mortero valen las observaciones indicadas para este material. Adicionalmente se considera como causa importante de desperdicio las malas condiciones de almacenamiento del material.

**1.5.3.12.5 Acero:** Finalmente está el acero, para el cual se establece como principal motivo de desperdicio el corte de las varillas para la fabricación de las piezas de acuerdo a las dimensiones establecidas en el proyecto. La universidad Politécnica de Hong Kong por su parte, desarrolló un estudio cuantitativo sobre las principales causas del desperdicio de materiales mediante el análisis de 32 obras, en las cuales mantuvo estudiantes asignados en permanente observación, luego de compilar la información levantada se obtuvo el siguiente cuadro resumen:

*Tabla Nº 2 – “Causas de los Desperdicios de Materiales”*

CAUSAS	CONCRETO PREMEZCLADO %	ACERO %	YESO/CEMENTO %	LADRILLOS %	CERAMICOS %
PEDIDOS EN EXCESO	51,2	-	-	14,6	10,7
PERDIDAS DURANTE EL VACIADO	22	-	-	-	-
FISURAS DE ENCOFRADO	8,4	-	-	-	-
TRABAJOS TEMPORALES	7,8	-	-	-	-
RETRABAJOS	5,2	3,5	-	-	-
PERDIDAS EN CORTE	-	87,1	-	39,6	40
PERDIDAS A NIVEL DE ABASTECIMIENTO	-	4,4	-	11,1	29,3
CORROSION	-	4,1	-	-	-
PRODUCCION EXCESIVA	-	-	58,8	-	-
PERDIDAS DURANTE LA APLICACION	-	-	19,4	-	-
ALMACENAMIENTO	-	-	11,2	-	-
PERDIDAS DURANTE ACENTAMIENTO	-	-	-	18,9	-
PERDIDAS DURANTE EL TRANSPORTE	-	-	-	15,8	-
CAMBIOS EN EL PROYECTO	-	-	-	-	12,9
OTROS	5,4	0,9	10,6	-	7,1
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	100

Fuente: (Universidad Politécnica de Hong Kong, 1989).

La universidad Politécnica de Hong Kong por su parte, desarrolló un estudio cuantitativo sobre las principales causas del desperdicio de materiales mediante el análisis de 32 obras, en las cuales mantuvo estudiantes asignados en permanente

observación, luego de compilar la información levantada se obtuvo el siguiente cuadro resumen:

Tabla N° 3 – “Identificación y Clasificación de Desperdicio de Materiales (Pérdida Directa)”

<b>DESPERDICIO DE MATERIALES</b>			
<b>DESPERDICIO DIRECTO</b>			
<b>MATERIALES</b>	<b>RESIDUOS DE PROCESOS</b>	<b>NEGLIGENCIA</b>	<b>USOS PROVISIONALES</b>
<b>CONCRETO PREMEZCLADO</b>	Residuos en tuberías, bomba, mixer, etc.	Pedidos en exceso	Vaciado de piso para obras provisionales
	Perdida de material por filtraciones o derrames		
	Perdida de material debido a demolición		
	Perdida de material debido a la pérdida de tiempo		
<b>MORTERO</b>	Resto de mortero que cae al piso	Producción excesiva	
	Mortero sobrante al final del día	Mala Dosificación	
<b>LADRILLOS</b>	Corte de Unidades	Rotura de Unidades	Usos Inadecuados (apoyos, asientos).
		Eliminación por Desorden	
		Pedidos en Exceso	
<b>AGREGADOS</b>	Restos en cambios de ubicación	Falta de Confinamiento en Almacenamiento	
		Mala Dosificación	
<b>CEMENTO</b>		Almacenamiento Deficiente de las Bolsas	
		Mala Dosificación	
<b>ENCHAPES</b>	Corte de las Piezas	Rotura de las Piezas	

		Eliminación por Desorden	
		Pedidos en Exceso	

Fuente: (Soibelman y Formoso,1993).

Tabla Nº 4 – “Identificación y Clasificación de Desperdicio de Materiales (Perdida Indirecta)”

DESPERDICIO DE MATERIALES			
DESPERDICIO INDIRECTO			
	SUSTITUCION	SUPERPRODUCCION	TRABAJOS ADICIONALES
<b>CONCRETO PREMEZCLADO</b>	Colocación de concreto de mayor resistencia a lo especificado.	Producción de elementos de mayores dimensiones a las especificadas.	
<b>MORTERO</b>	Dosificaciones excesivas de material en las mezclas.	Espesores adicionales de mortero.	Resanes de cangrejeras o reparaciones de defectos.

Fuente: (Soibelman y Formoso,1993).

Estos materiales tienen causas de desperdicio iguales al mortero por ser la materia prima para su producción.

## **1.5.4 Fundamentación Teórica**

### **1.5.4.1 Sobreproducción**

Es una cantidad mayor que la requerida o antes de tiempo. Incluye desperdicios de materiales, horas de trabajo o uso de equipo. Produce inventarios de productos sin terminar o aún su pérdida.

### **1.5.4.2 Sustitución**

Corresponde al desperdicio de dinero al emplear material más caro que otro de igual desempeño. O de tareas simples por un trabajador calificado. O uso innecesario de un equipo sofisticado.

### **1.5.4.3 Tiempo de Espera**

Tiempos muertos por falta de sincronización y disponibilidad de materiales. O tasa de producción en diferentes grupos o equipos. Demoras por carencia de materiales, o falta de espacio para trabajo.

### **1.5.4.4 Desperdicios**

Desperdicio se define como “cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final” (Formoso, Issato, Hirota. Berkeley, California, Estados Unidos, 1999).

#### Clasificación:

Según su capacidad de ser eliminado

✓ Desperdicio Evitable:

Es aquel cuyo costo de desperdicio es significativamente mayor que el costo para prevenirlo.

✓ Desperdicio Inevitable:

Conocido como desperdicio natural, es aquel cuya inversión necesaria para su reducción es mayor que el costo que este genera.

Resultados:

Las pérdidas se pueden generar por un inadecuado diseño, planificación deficiente o fallas de logística. Sin embargo en la presente tesis se hablara sobre desperdicios ocasionados en la parte de la construcción.

Flavio Picchi (1993) en su tesis doctoral muestra una estimación de desperdicios generados en proyectos de edificación en Sao Paulo en la fase de construcción. Como se observa en la figura anterior los desperdicios alcanzan el 30% de costo total de la obra.

Incluso Flavio Picchi menciona que si tuviéramos un proyecto de cuatro edificios, podríamos construir el cuarto con los desperdicios de los otros tres. Es por eso la importancia de eliminar dichas pérdidas aplicando conceptos de “Lean Construction”.

Figura N° 3 – Cuadro Cuantitativo de Desperdicios – Flavio Picchi (1993).

<b>Estimacion de Desperdicios en Obras (% del costo total de obra)</b>		
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>%</b>
Desmonte	De mortero	5
	De ladrillo	
	Limpieza	
	Transporte	
	Eliminacion	
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de Techos	5
	Tarrajeo de paredes	
	Tarrajeo de paredes	
	Contrapisos	
Dosificacion no optimizada	Concreto	2
	Mortero	
Reparaciones y/o retrabajos no computados en el resto de materiales	Repintado	2
	Retoques	
	Correccion de otros servicios	
Proyectos no optimizados	Arquitectura	6
	Estructura	
	Instalaciones Electricas	
	Instalaciones Sanitarias	
Problemas de calidad que generan perdidas de productividad	Parada de operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores	4
Costos por atrasos	Costos adicionales por atrasos en las obras y costos adicionales de administracion, equipos y	2
Costos en obras entregadas	Reparo de patologias ocurridas despues de la entrega de la obra.	5
	<b>TOTAL</b>	<b>30.00</b>

Fuente: "Estimación de Desperdicios en Obras de Edificación" Picchi 1993.

#### 1.5.4.5 Transporte

En el movimiento interno de material. Excesivo manipuleo. Uso de equipo inadecuado. Recorridos deficientes. Producto de un pobre trazado y carencia de planeación. Se pierden horas de trabajo, energía, espacio y de material durante el transporte.

#### 1.5.4.6 Procesamiento

Relacionado directamente con la tecnología empleada en la realización de tareas o partidas específicas. En colocación de materiales.

#### 1.5.4.7 Herramientas de Control

Son todos los sistemas, aplicaciones, controles, soluciones de cálculo, metodología, etc., que ayudan a la gestión de una empresa en los diferentes aspectos generales aplicadas a un proyecto.

*Figura N° 4 – “Cuadro de Herramientas de Control”*

Herramienta	Propósito	Responsable
Carta de producción	Medida de la salida de cada actividad durante una semana o dentro del ciclo de producción.	Practicante
Carta de uso de recursos	Monitoreo de uso de materiales y horas-hombre en el proceso en cada ciclo de control (de base semanal)	Capataz o practicante
Archivos de inventario	Monitoreo de cantidades físicas de inventarios en cada ciclo (de base semanal)	Capataz
Cartas de control: productividad, producción y tasas de desperdicio	Cantidad y variabilidad de la productividad, tasas de producción y desperdicios durante cada ciclo.	Ingeniero o practicante

Fuente: <http://www.ingenieria.peru-v.com/Articulos>

#### 1.5.4.8 Inventarios

El inventario es aquel registro documental de los bienes y demás objetos pertenecientes a una persona física, a una comunidad y que se encuentra realizado a partir de mucha precisión y prolijidad en la plasmación de los datos.

Entre las razones que existen en las empresas para realizar un inventario podemos citar: para reducir costos de adquisición, para reducir costos de calidad por arranque, para reducir costos vinculados al material faltante y para reducir costos de pedidos.

En exceso o innecesarios que conduce a pérdidas de material (por deterioro, condiciones inadecuadas, robo, vandalismo) y pérdidas monetarias por capital sin uso. Resultante de falta de planeación y desconocimiento de las cantidades necesarias.

Figura N° 5 – “Cuadro de Control vs Administración de Inventarios”



Fuente: <http://www.vaticgroup.com/perspectiva-logistica/Articulos>

#### **1.5.4.9 Identificación**

Se define a la identificación como el reconocimiento de determinar cuáles son los materiales o las partidas que valdrá la pena controlar a lo largo del proyecto, este proceso puede realizarse tanto de manera cualitativa como cuantitativa. Las motivaciones para mantener control sobre un material pueden variar dependiendo de las características de las empresas y los proyectos.

#### **1.5.4.10 Evaluación**

Se define a la evaluación a aquella que permite indicar, valorar, establecer, apreciar o calcular la importancia de una determinada cosa o asunto.

#### **1.5.4.11 Control**

El control es el proceso de verificar el desempeño de distintas áreas o funciones de una organización. Usualmente implica una comparación entre un rendimiento esperado y un rendimiento observado, para verificar si se están cumpliendo los objetivos de forma eficiente y eficaz y tomar acciones correctivas cuando sea necesario.

La función de control se relaciona con la función de planificación, porque el control busca que el desempeño se ajuste a los planes. El proceso administrativo, desde el punto de vista tradicional, es un proceso circular que se retroalimenta. Es por esto que en la gestión, el control permite tomar medidas correctivas.

#### 1.5.4.12 Los 7 Mudas

Los MUDA, término japonés que significa “inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro”, son 7 conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del archiconocido just in time el Sistema de producción de Toyota.

Figura N° 6 – “Tipos de Despilfarros o Desperdicios”



Fuente: (Gregorio Menéndez, 2014).

##### 1.5.4.12.1 Sobreproducción

Producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario. Es bastante frecuente la falsa creencia de que es preferible producir grandes lotes para minimizar los costes de producción y almacenarlos en stock hasta que el mercado los demande.

#### **1.5.4.12.2 Esperas**

La espera es el tiempo, durante la realización del proceso productivo, en el que no se añade valor. Esto incluye esperas de material, información, máquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos.

#### **1.5.4.12.3 Transporte**

Cualquier movimiento innecesario de productos y materias primas ha de ser minimizado, dado que se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El realizar un transporte de piezas de ida y no pensar en la vuelta, representa un transporte eficaz al 50%, hay que prever un recorrido eficiente, ya sea dentro de la propia empresa como en el exterior.

#### **1.5.4.12.4 Procesos Inapropiados o Sobreprocesos**

La optimización de los procesos y revisión constante del mismo es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso. Hacer un trabajo extra sobre un producto es un desperdicio que debemos eliminar, y que es uno de los más difíciles de detectar, ya que muchas veces el responsable del sobreproceso no sabe que lo está haciendo.

#### **1.5.4.12.5 Exceso del Inventario**

Se refiere al stock acumulado por el sistema de producción y su movimiento dentro de la planta, que afecta tanto a los materiales,

como piezas en proceso, como producto acabado. Este exceso de materia prima, trabajo en curso o producto terminado no agrega ningún valor al cliente, pero muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos.

#### **1.5.4.12.6 Movimientos Innecesarios**

Todo movimiento innecesario de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un despilfarro. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio.

#### **1.5.4.12.7 Defectos**

Los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que consumimos materiales, mano de obra para reprocesar y/o atender las quejas, y sobre todo pueden provocar insatisfacción en el cliente.

## II. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 MATERIAL DE ESTUDIO

#### 2.1.1 POBLACION

Como se trata de un estudio de investigación, nuestra población serán todas aquellas obras que están en procesos de construcción, localizadas en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la Provincia de Trujillo.

Por lo tanto, usaremos la muestra para poblaciones finitas.

Según la investigación realizada en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la ciudad de Trujillo, hemos logrado encontrar 11 obras de construcción civil, que se encuentran en procesos de construcción, a continuación realizaremos la aplicación de la fórmula de la muestra para poblaciones finitas, con la intención de averiguar la cantidad de obras en las cuales realizaremos nuestro análisis de investigación.

Datos:

N= 11 Construcciones.

E= 5% (error de muestreo).

P = 50% (la suma entre p y q debe ser 100%).

Q = 50%(la suma entre p y q debe ser 100%).

Z= 4 (Nivel de confianza del 95%).

$$N = \frac{4 * 0.50 * 0.50 * 11}{0.05^2 * (11 - 1) + 4^2 * 0.50 * 0.50} = 2.733.$$

$N = 2.733 = 3$
-----------------

Entonces el número de construcciones que analizaremos para el estudio de investigación de tesis serán de “3” construcciones.

Tabla N° 5 – Obras en Ejecución el en Distrito de Víctor Larco Herrera

	Obras en el Proceso de Ejecución del Distrito de Víctor Larco	EMPRESAS CONSTRUCTORAS	DIRECCIÓN
N°	NOMBRE DE LA CONSTRUCCION		
1	RESIDENCIAL MIRADOR DE CALIFORNIA	INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA DIMENSIONA	Calle Los Claveles Mz B Lt 2-Urb. San Jose de California
2	EDIFICIO LOS ANGELES	FAMILYHOME SAC	Calle Los Angeles Mz E Lt 13 -Urb. San Jose de California
3	RESIDENCIAL LAS AZUCENAS	BECTEK CONTRATISTAS SAC	Calle Las Azucenas Mz 10 Lt 3 - Urb. Los Jardines del Golf
4	EDIFICIO CAMELIAS	GRUPO INMOBILIARIA VIVA SAC	Calle Las Camelias Lt 14 - Urb. Las Palmeras del Golf
5	PARQUE AZUCENAS	EMPRESA BECTEK	Calle Las Azucenas Mz O Lt 8 - Urb. Las Palmas
6	RESIDENCIAL ALAMEDA DEL GOLF	FC INVERSIONES	Calle La Alameda Mz A Lt 1 - Urb. La Alameda del Golf
7	RESIDENCIAL LAS TERRAZAS DEL GOLF	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA RAMVAL SAC	Calle La Alameda Mz E Lt 14 - Urb. Palmeras del Golf
8	RESIDENCIAL LOS ROSALES	MULTISERVICIOS HOLGUIN SRL	Calle Los Rosales Mz S Lt 15 - Urb. Santa Edelmira
9	RESIDENCIAL LOS ALAMOS	MULTISERVICIOS HOLGUIN SRL	Calle Los Cocoteros Mz I Lt 20 - Urb. El Golf
10	RESIDENCIAL LOS GRANADOS	MCH INMOBILIARIA SAC	Calle Los Granados Mz N Lt 6-7 -Urb. California
11	EDIFICIO LOS NOGALES	GRUPO ANGOL	Calle Los Nogales Mz O Lt 5 -Urb. Fatima

Fuente: Elaboración Propia

✓ **Números de obras en el Distrito de Víctor Larco Herrera (Plano General)**

**(Ver Anexo N° 4)**

Las obras que visitaremos frecuentemente para la elaboración de la investigación son:

✓ **Obra N° 5: (Ver Anexo N° 3 )**

Nombre de la Construcción: Parque Azucenas.

Empresa Constructora: Empresa Bectek.

Ubicación: Calle Las Azucenas Mz O Lt 8 - Urb. Las Palmas.

✓ **Obra N° 7: (Ver Anexo N° 1)**

Nombre de la Construcción: Residencial las Terrazas del Golf

Empresa Constructora: Constructora e Inmobiliaria Ramval S.A.C

Ubicación: Calle La Alameda Mz E Lt 14 - Urb. Palmeras del Golf.

✓ **Obra N° 9: (Ver Anexo N° 2)**

Nombre de la Construcción: Residencial Los Alamos.

Empresa Constructora: Multiservicios Holguin S.R.L.

Ubicación: Calle Los Cocoteros Mz I Lt 20 - Urb. El Golf.

## **2.2 METODOS Y TECNICAS**

### **2.2.1 Método**

De manera general, los métodos utilizados son:

Método Inductivo – Deductivo

### **2.2.2 Técnica**

- Encuestas a profundidad
- Observación directa.

### **2.2.3 Procedimiento**

#### **2.2.3.1 Recolección de Información**

Primero se realizará una observación de todas las construcciones que se están ejecutando en el Distrito de Víctor Larco Herrera, luego nos asignaremos una muestra; una zona de estudio en el cual ingresaremos a dichas obras de construcción civil para estudiar e investigar a través de entrevistas y encuestas aquellos factores que influyen en los desperdicios de materiales de construcción.

Posteriormente a ello, haremos un seguimiento de los procesos constructivos para investigar a profundidad que partidas tienen más desperdicios.

Luego analizaremos las posibles restricciones que generan involuntariamente desperdicios en las partidas estudiadas.

Seguidamente, propondremos todas las posibles soluciones para evitar aquellos desperdicios que se generan en los procesos constructivos; asimismo solicitaremos algunas opciones de ayuda por parte del personal que trabaja en cada una de las obras, para así tener una referencia y una solución desde un punto de vista analizado exteriormente y otro punto de vista analizado internamente.

Finalmente recolectando todos los datos de estudio pasaremos al análisis y evaluación para ver cómo influyen los desperdicios en las obras de construcción y a la vez cómo podemos minimizar los desperdicios que se generan en obra; para ello, realizaremos entrevistas a especialistas en el tema de desperdicios en materiales de construcción civil.

#### **2.2.3.1.1 Características de los Proyectos**

Este trabajo ha sido realizado en base a los resultados obtenidos durante la ejecución de las obras de construcción de los edificios, los cuales se denominaran Obra “A”; Obra “B” y Obra “C”, estas tres obras comparten bastante similitud, tanto en los procesos constructivos como en sus elementos estructurales.

#### **Proyecto – Obra “A”**

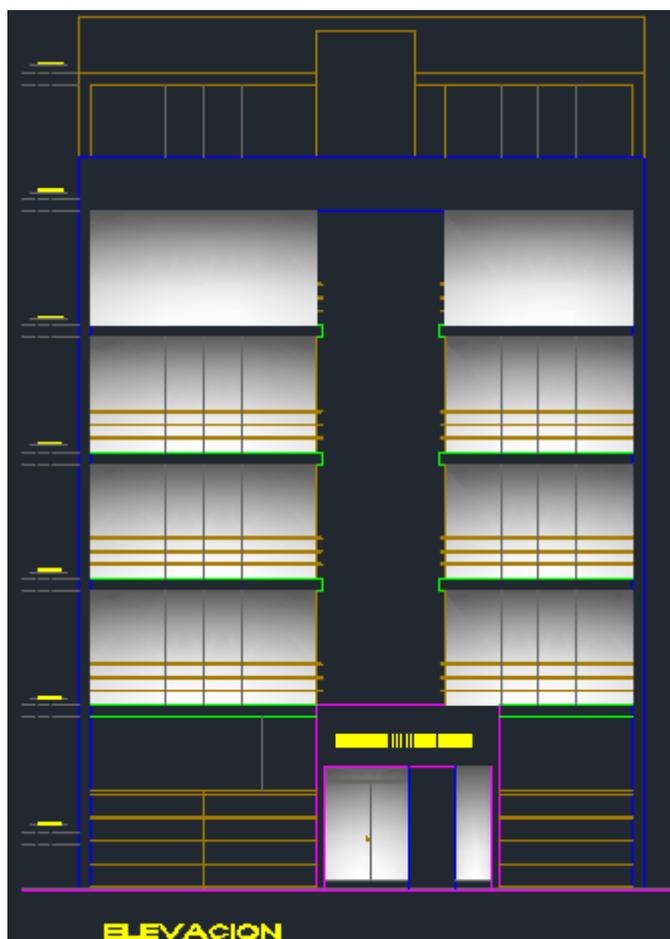
*Tabla Nº 6 – “Características del Proyecto”*

<b>PROYECTO – OBRA “A”</b>	
<b>Proyecto:</b>	Residencial Las Terrazas del Golf
<b>Ubicación:</b>	Calle La Alameda Mz. E Lt. 14 – Urb. Palmeras del Golf
<b>Niveles:</b>	7
<b>Área de Terreno:</b>	333.50 m2

*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

El Proyecto “Residencial Las Terrazas del Golf”, tiene los siguientes detalles:

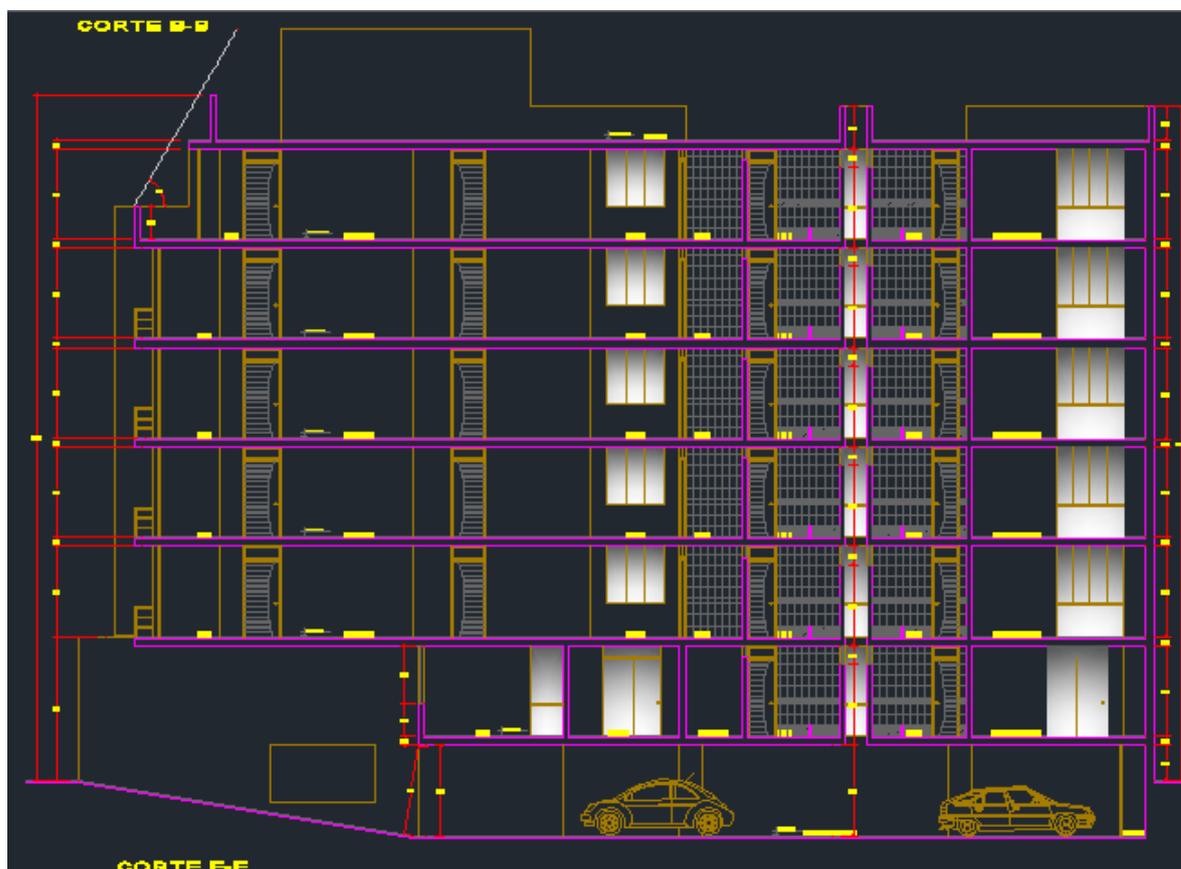
Figura N 7º - "Sección del Proyecto"



*Fuente: Plano de Elevación*

El Proyecto "Residencial Las Terrazas del Golf", ha sido concebido de manera que cumpla con los requisitos de funcionalidad y accesibilidad que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura N°8 - "Plano de Cortes"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

### **Detalles Generales:**

-El Sistema Estructural cuenta con Columnas Placas y Vigas de Pórticos.

-Tiene una Mampostería con Ladrillo K.K Industrial 18 Huecos; y ladrillos Pandereta de 6 Huecos, artesanales.

Para todos los vanos se le coloca columnetas y vigas collarines para separar la albañilería con los elementos estructurales.

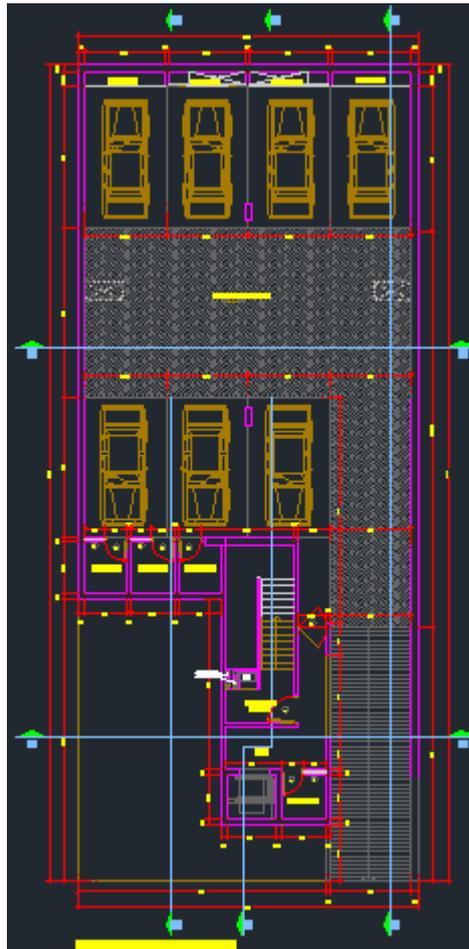
**El Proyecto cuenta con:**

❖ **Semisótano:**

El proyecto presenta un ingreso para el estacionamiento por la Calle La Alameda.

- "7" Zonas de Estacionamiento Vehicular
- "4" Depósitos
- "1" Vestíbulo Previo
- "1" Hall

*Figura N° 9 - "Planta del Sótano"*



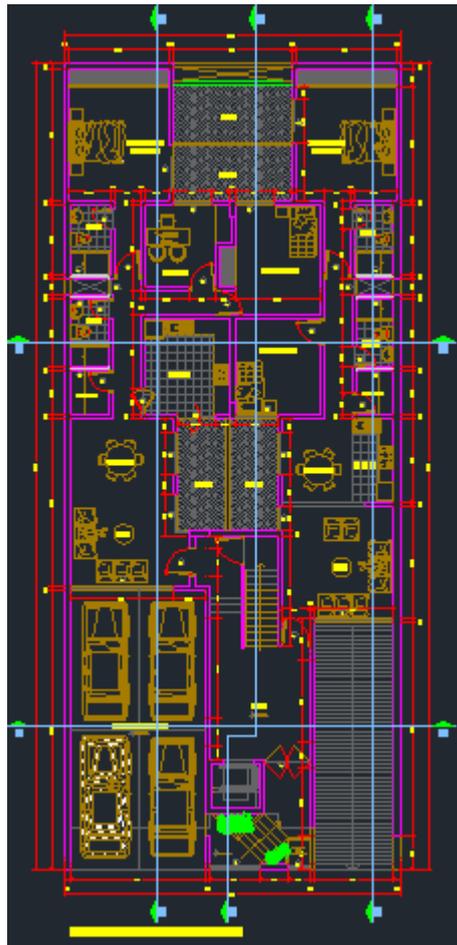
*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

❖ **Primer Nivel:**

- "4" Zonas de Estacionamiento Vehicular.
- "4" Patios
- "2" Departamentos
  - (1) Sala y Comedor
  - (1) Cocina

- (1) Baño
- (1) Dormitorio Principal + Baño
- (1) Estudio
- (1) Dormitorio Secundario.

*Figura N° 10 - "Planta del Primer Nivel"*



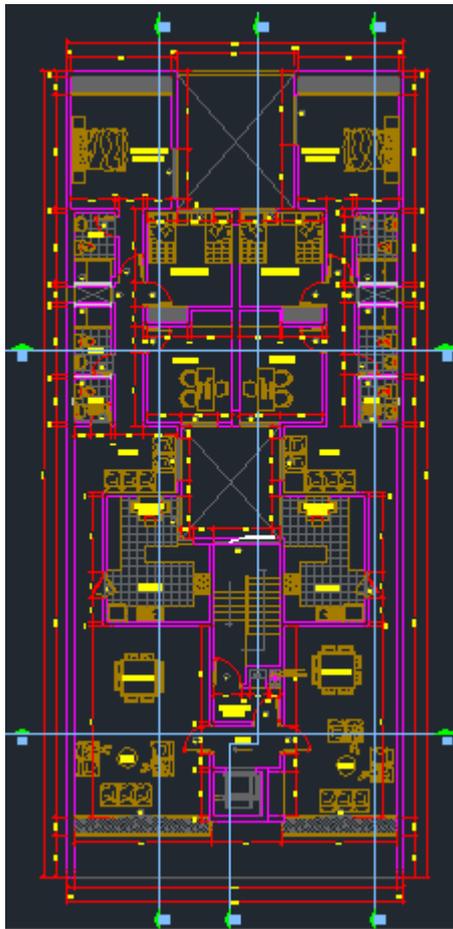
*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

❖ **Segundo Nivel al Quinto Nivel.**

- "1" Hall
- "1" Ascensor
- "1" Vestíbulo
- "1" Escalera

- “2” Departamentos
  - (1) Sala – Comedor
  - (1) Cocina
  - (1) Estar
  - (1) Estudio
  - (2) Baños
  - (1) Dormitorio
  - (1) Dormitorio Principal + Baño

*Figura N° 11 - “Planta del Segundo al Quinto Nivel”*

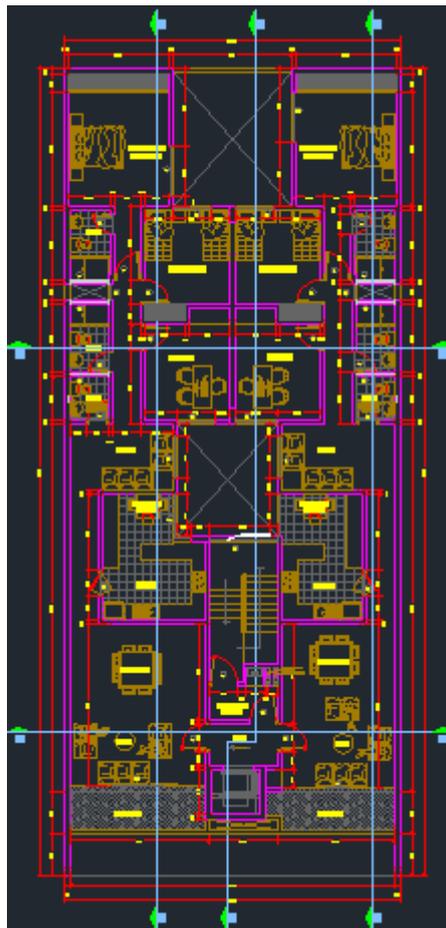


*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

❖ **Sexto Nivel**

- "1" Hall
- "1" Ascensor
- "1" Vestíbulo
- "1" Escalera
- "2" Departamentos
  - (1) Sala – Comedor
  - (1) Cocina
  - (1) Estar
  - (1) Estudio
  - (2) Baños
  - (1) Dormitorio
  - (1) Dormitorio Principal + Baño

*Figura Nº 12 - "Planta del Sexto Nivel"*

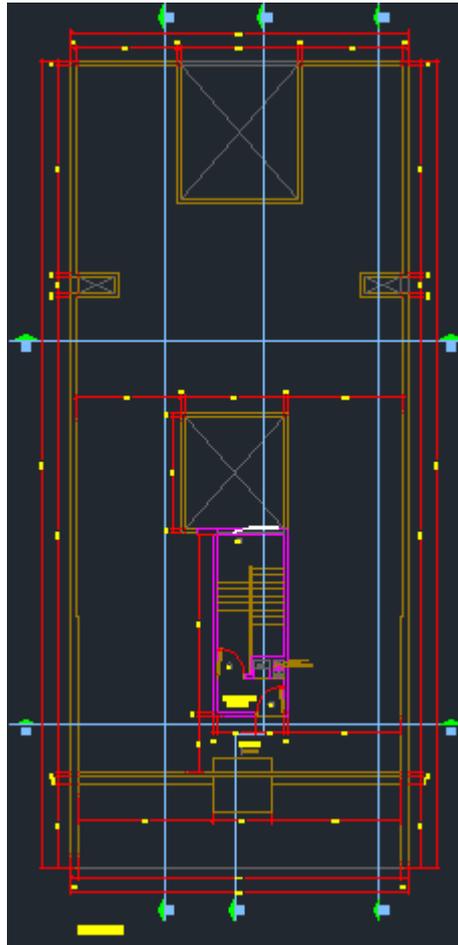


*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

### ❖ Séptimo Nivel

- Tendales
- Vestíbulo Previo

*Figura N° 13 - "Planta del Séptimo Nivel"*



*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

## Proyecto – Obra “B”

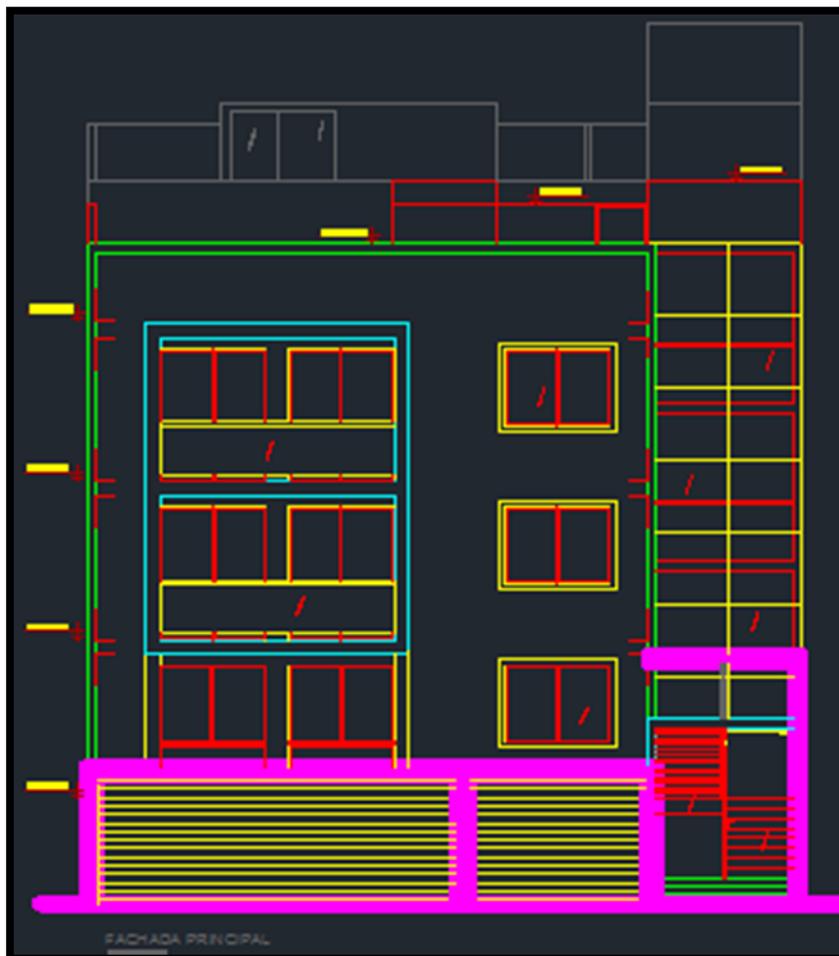
Tabla N° 7 – “Características del Proyecto”

PROYECTO – OBRA “B”	
<b>Proyecto:</b>	Residencial Los Alamos
<b>Ubicación:</b>	Calle Los Cocoteros Mz. I Lt. 20 – Urb. El Golf.
<b>Niveles:</b>	4
<b>Bloques:</b>	3 – (X1;X2;X3)
<b>Área de Terreno:</b>	517.5 m <sup>2</sup>

Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

El Proyecto “Residencial Los Álamos”, tiene los siguientes detalles:

Figura N° 14 - “Sección del Proyecto”



Fuente: Plano de Elevación

### Detalles Generales:

-El Sistema Estructural cuenta con Columnas y Vigas de Pórticos.

-Tiene una Mampostería con Ladrillo K.K Industrial 18 Huecos. Tipo III; y las divisiones y cerramientos en la mayoría de los casos han sido ejecutadas con columnetas intermedias cada 4m.

El Proyecto está dividido en 3 Bloques.

*Figura N° 15 - "Plano de Cortes"*



*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

- **Primer Nivel:**

Bloque "X1" y "2"

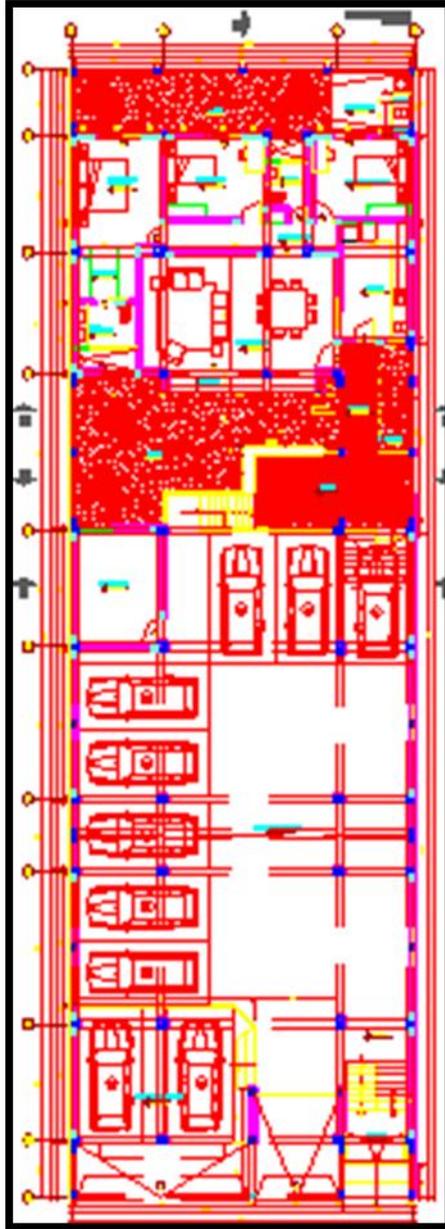
- 2 ingresos: (1) vehicular + (1) personal.
- 10 Zonas de Estacionamiento Vehicular.
- 1 Conserjería

Bloque "C"

- Jardín + Patio
- 1 Departamento
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor

- (1) Área de Trabajo
- (1) Cocina
- (1) Distribuidor
- (1) Jardín/Lavandería

*Figura N° 16 - "Planta del Sótano"*



*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

- **Segundo Nivel**

Bloque "A"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Área de Trabajo
  - (1) Cocina
  - (1) Distribuidor
  - (1) Jardinería

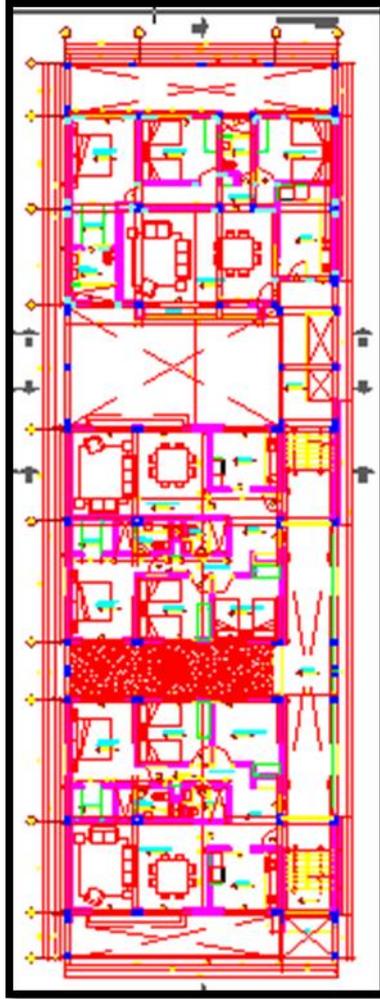
Bloque "B"

- 1 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Área de Trabajo
  - (1) Cocina
  - (1) Distribuidor

Bloque "C"

- 1 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Área de Trabajo
  - (1) Cocina
  - (1) Distribuidor

Figura N° 17 - "Planta del Segundo Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

- **Tercer Nivel**

Bloque "A"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Área de Trabajo
  - (1) Cocina
  - (1) Distribuidor
  - (1) Jardinería

## Bloque "B"

### - 1 Departamento:

- (1) Dormitorio Principal
- (1) Dormitorio
- (1) Baño
- (1) Baño Principal
- (1) Vestidor
- (1) Sala-Comedor
- (1) Área de Trabajo
- (1) Cocina
- (1) Distribuidor

## Bloque "C"

### - 1 Departamento:

- (1) Dormitorio Principal
- (1) Dormitorio
- (1) Baño
- (1) Baño Principal
- (1) Vestidor
- (1) Sala-Comedor
- (1) Área de Trabajo
- (1) Cocina
- (1) Distribuidor

Figura Nº 18- "Planta del Tercer Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

- **Cuarto Nivel**

Bloque "A"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Vestidor
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Área de Trabajo
  - (1) Cocina
  - (1) Distribuidor

- (1) Jardinería

#### Bloque "B"

##### - 1 Departamento:

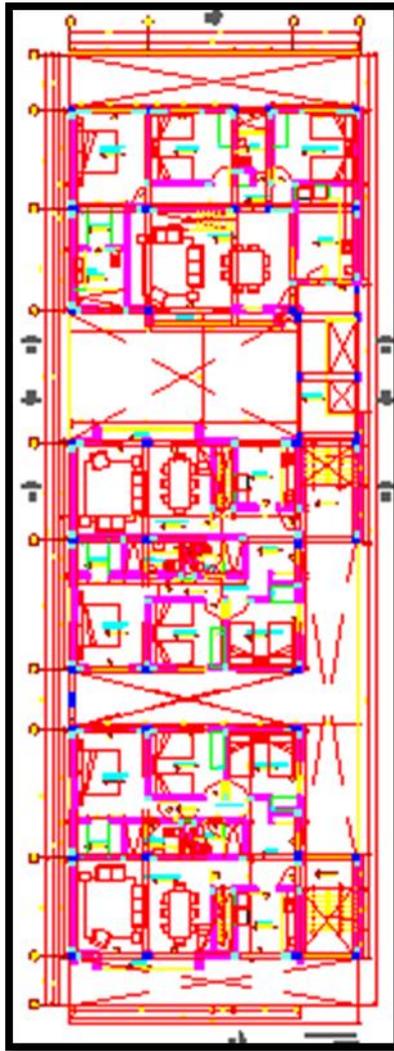
- (1) Dormitorio Principal
- (1) Dormitorio
- (1) Baño
- (1) Baño Principal
- (1) Vestidor
- (1) Sala-Comedor
- (1) Área de Trabajo
- (1) Cocina
- (1) Distribuidor

#### Bloque "C"

##### - 1 Departamento:

- (1) Dormitorio Principal
- (1) Dormitorio
- (1) Baño
- (1) Baño Principal
- (1) Vestidor
- (1) Sala-Comedor
- (1) Área de Trabajo
- (1) Cocina
- (1) Distribuidor

Figura N° 19 - "Planta del Cuarto Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

- **Azotea**

Bloque "A"

- (3) Tendam

Bloque "B"

- (3) Tendam

Bloque "C"

- (4) Tendam

Figura N° 20 - "Planta de la Azotea"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

Cabe indicar el estado en el cual encontramos las obras:

## Proyecto – Obra “C”

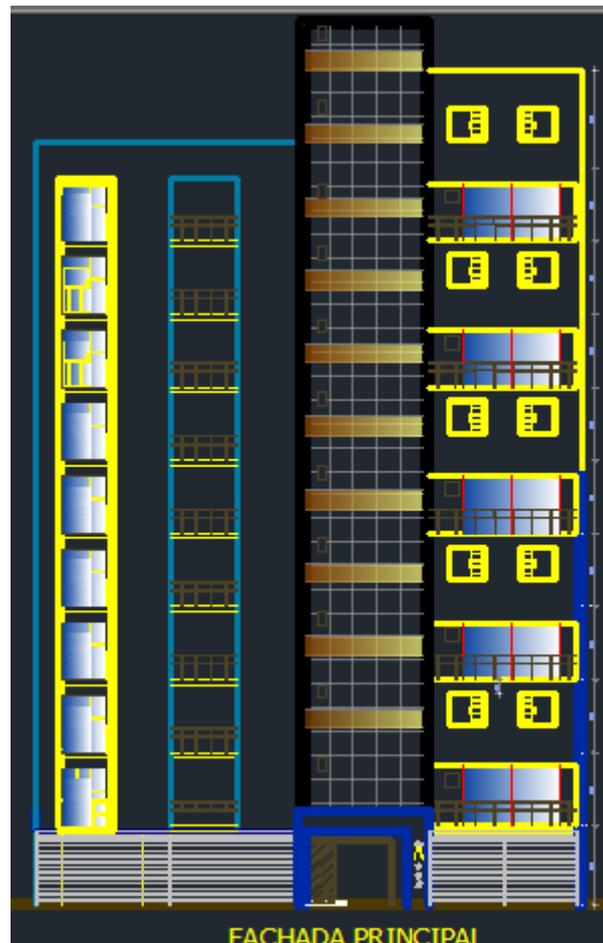
Tabla N° 8 – “Características del Proyecto”

PROYECTO – OBRA “C”	
<b>Proyecto:</b>	Parque Azucenas
<b>Ubicación:</b>	Calle las Azucenas Mz. O Lote 8 – Urb. Las Palmas
<b>Niveles:</b>	11 Niveles
<b>Bloques:</b>	2
<b>Área de Terreno:</b>	256 m2

Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

El Proyecto “Residencial Los Álamos”, tiene los siguientes detalles:

Figura N° 21- “Sección Proyecto”



Fuente: Plano de Elevación

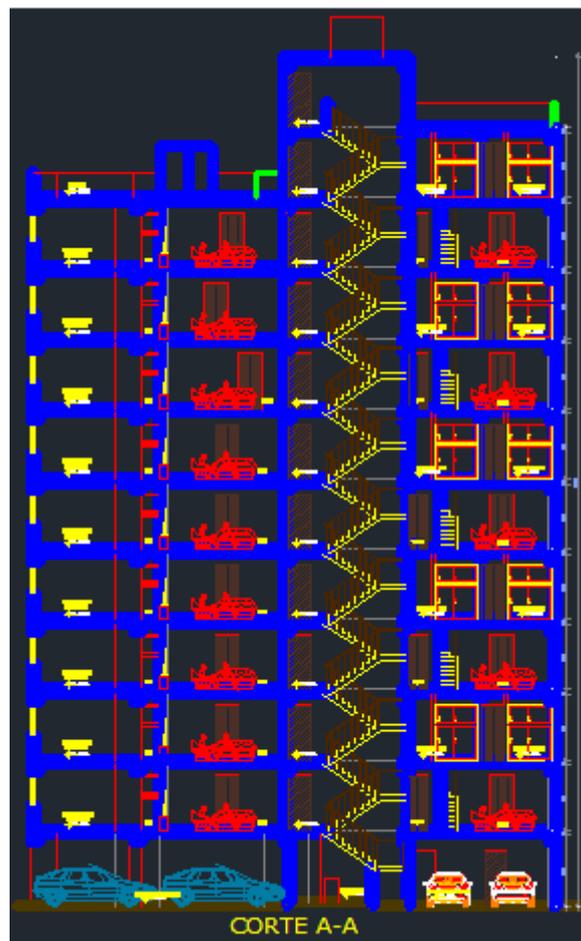
### Detalles Generales:

-El Sistema Estructural cuenta con Columnas y Vigas de Pórticos.

-Tiene una Mampostería con Ladrillo K.K Industrial 18 Huecos. Tipo III; y las divisiones y cerramientos en la mayoría de los casos han sido ejecutadas con columnetas intermedias cada 4m.

El Proyecto está dividido en 2 Bloques.

*Figura N° 22 - "Plano de Cortes"*



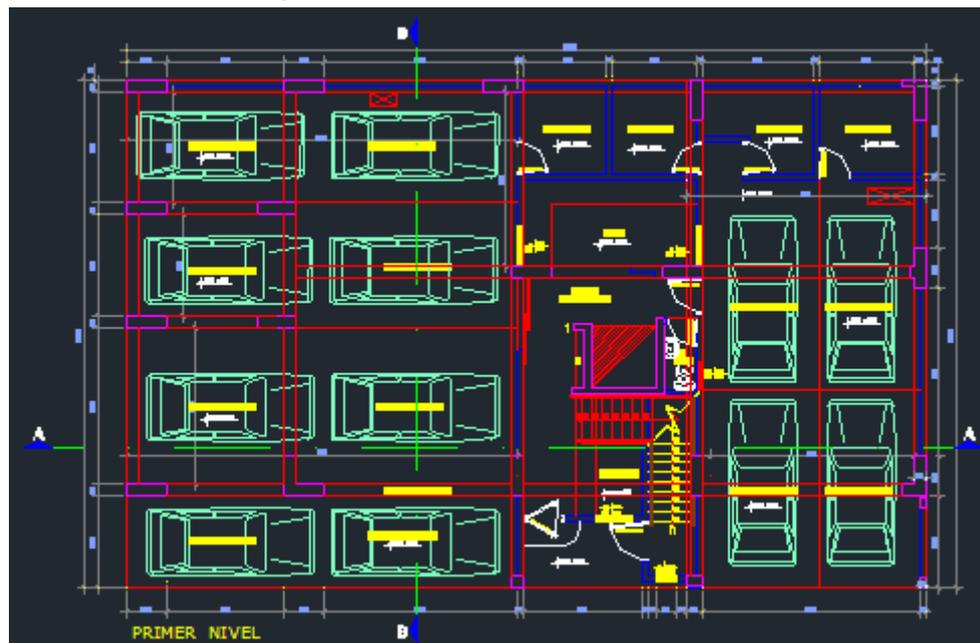
*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

- **Primer Nivel:**

Bloque “1” y “2”

- 4 ingresos: (1) vehicular + (1) personal.
- 12 Zonas de Estacionamiento Vehicular.
- 1 Hall de Distribución
- 1 Lobby
- 4 Depósitos

Figura N° 23 - “Planta del Primer Nivel”



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

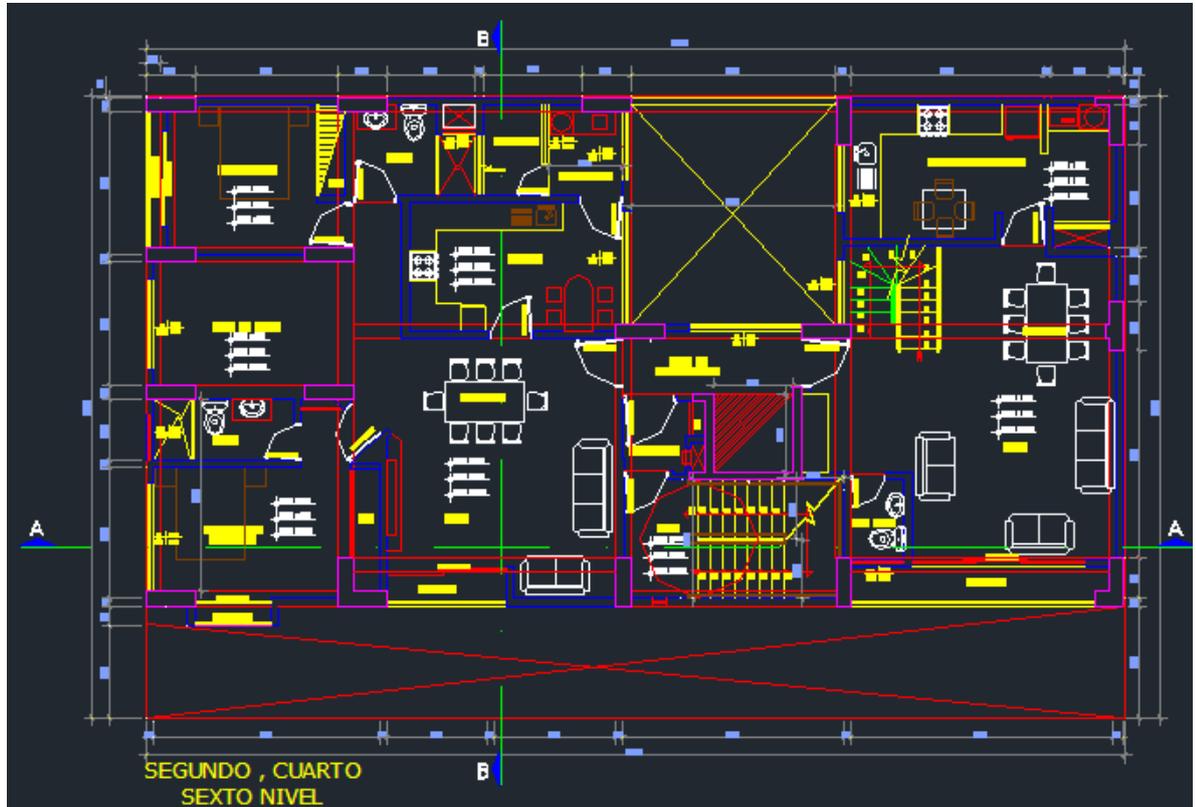
- **Segundo Cuarto y Sexto Nivel**

Bloque “1 y 2”

- 1 Ingreso Principal
- 1 Hall de Distribución
- 1 Vestibulo
- 2 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Lavandería
  - (1) Sala-Comedor

- (1) Deposito
- (1) Cocina
- (1) Terraza

Figura N° 24- "Planta del Segundo, Cuarto y Sexto Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

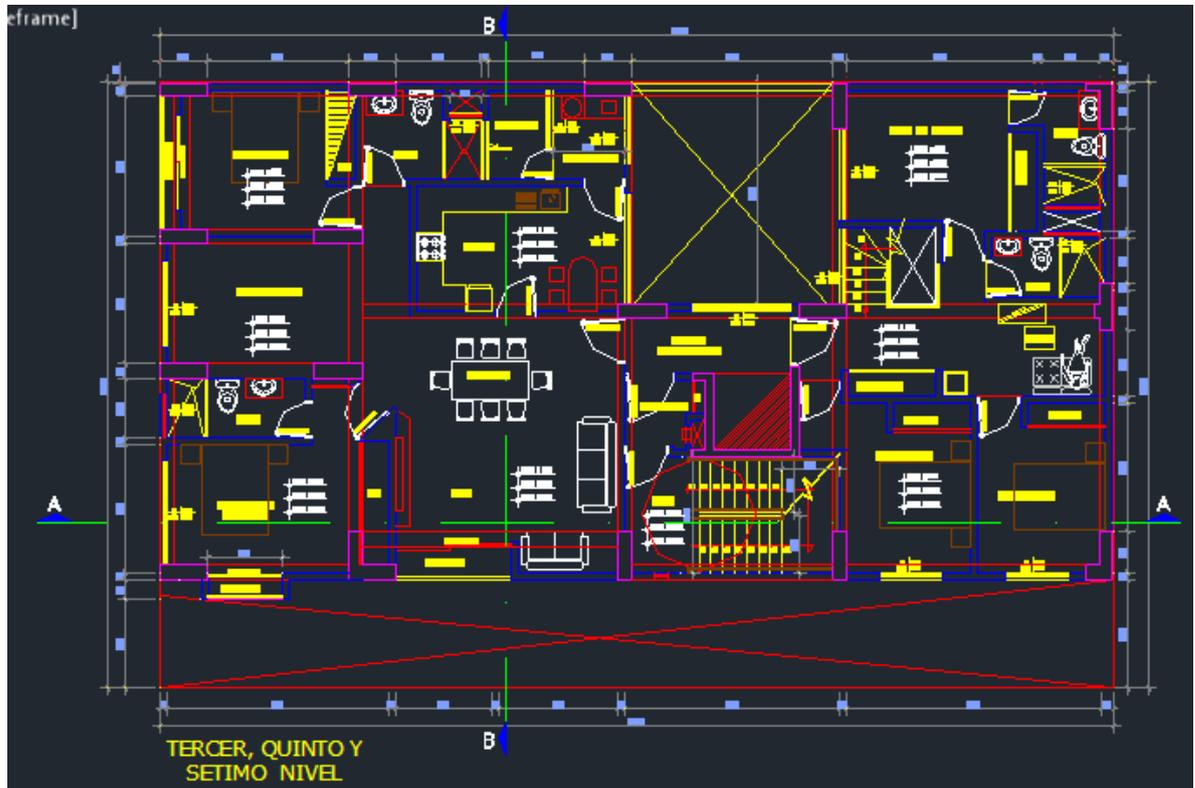
- **Tercer, Quinto y Séptimo Nivel**

Bloque "1 y 2"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Hall de Distribución
- 1 Vestíbulo
- 2 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Lavandería
  - (1) Sala-Comedor

- (1) Deposito
- (1) Cocina
- (1) Terraza

Figura Nº 25 - "Planta del Tercer, Quinto y Séptimo Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

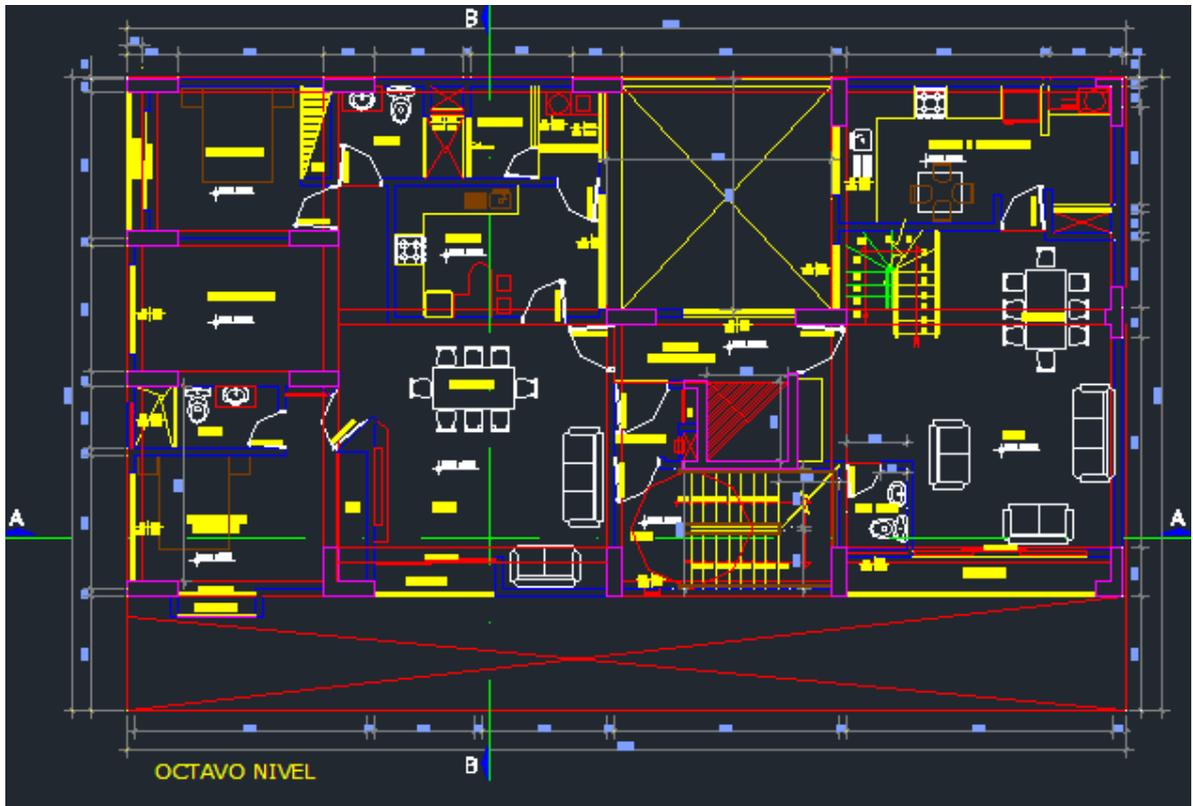
- **Octavo Nivel**

Bloque "1 y 2"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Hall de Distribución
- 1 Vestíbulo
- 2 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Lavandería
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Deposito

- (1) Cocina
- (1) Terraza

Figura N° 26 - "Octavo Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

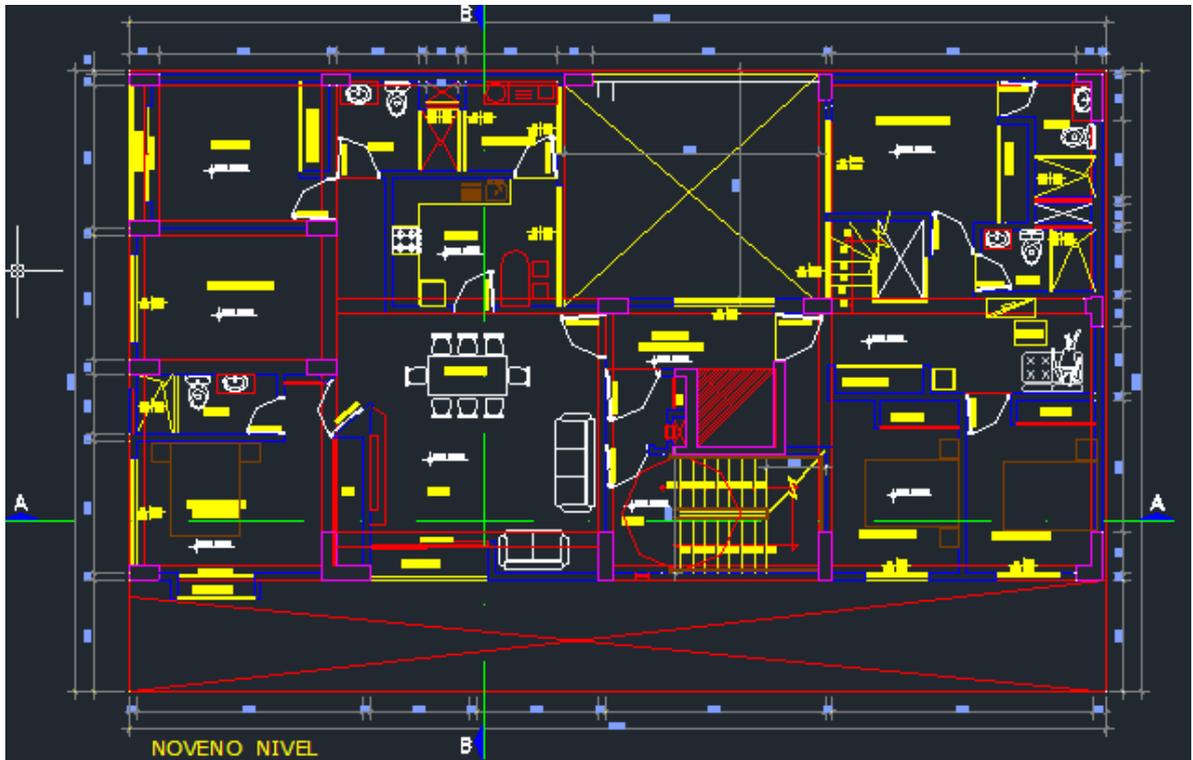
- **Noveno Nivel**

Bloque "1 y 2"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Hall de Distribución
- 1 Vestíbulo
- 2 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Lavandería
  - (1) Sala-Comedor

- (1) Deposito
- (1) Cocina
- (1) Terraza

*Figura Nº 27 - "Noveno Nivel"*



*Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.*

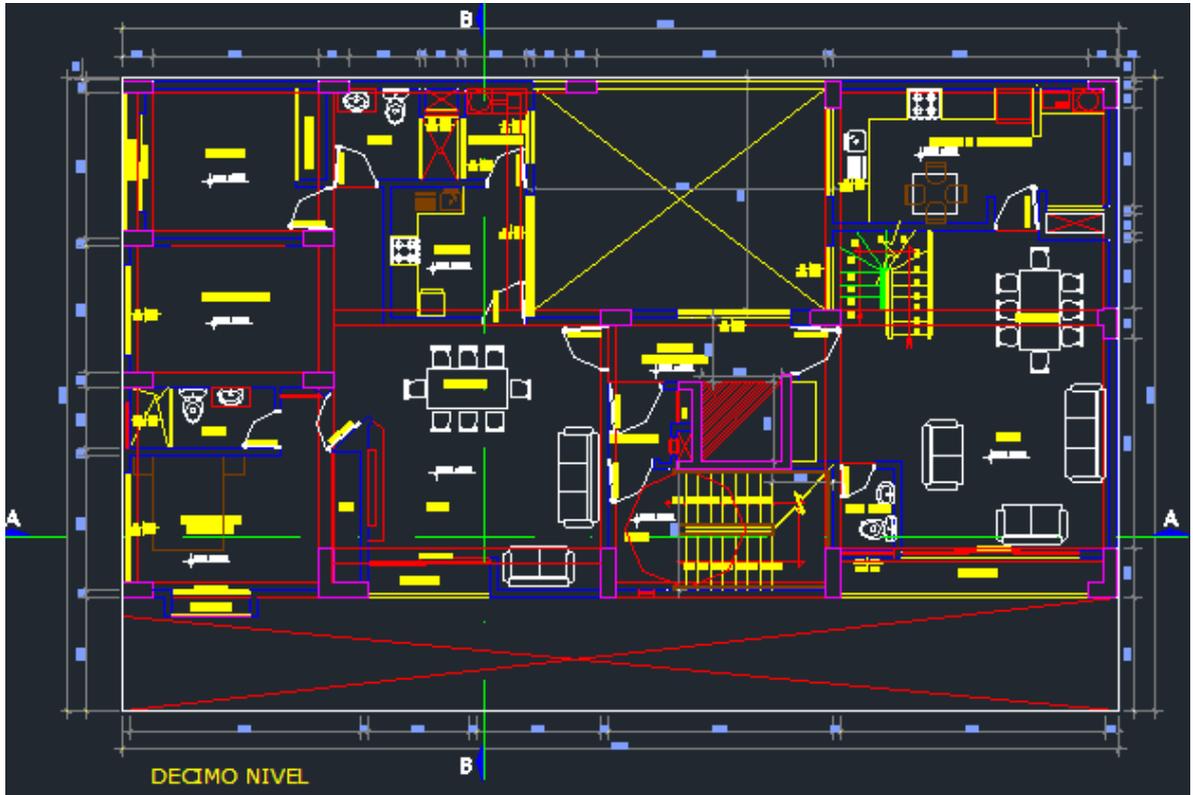
- **Decimo Nivel**

Bloque "1 y 2"

- 1 Ingreso Principal
- 1 Hall de Distribución
- 1 Vestíbulo
- 2 Departamento:
  - (1) Dormitorio Principal
  - (1) Dormitorio
  - (1) Baño
  - (1) Baño Principal
  - (1) Lavandería
  - (1) Sala-Comedor
  - (1) Deposito

- (1) Cocina
- (1) Terraza

Figura N° 28 - "Decimo Nivel"



Fuente: Memoria Descriptiva de la Arquitectura del Proyecto.

### Proyecto Obra "A"

El proyecto se encontró con un avance constructivo hasta el nivel 4, tanto en elementos estructurales como en mampostería de cerámica roja (Muros de Albañilería).

Se tiene en cuenta que en esta obra hemos analizado los desperdicios en el vaciado de Elementos Estructurales de concreto, y también en las partidas de tarrajeo en muros y cielorrasos.

### **Proyecto Obra “B”**

El proyecto se encontró con un avance constructivo en un 40%, como esta obra está dividida en tres bloques, 1 de los tres bloques se encontró totalmente acabado, pero aún quedaron dos bloques con los cuales hemos podido realizar los estudios de elementos estructurales y todas las partidas en las que hemos notado el desperdicio de los materiales.

### **Proyecto Obra “C”**

El proyecto se encontró con un avance constructivo finalizado en elementos estructurales, pero hemos podido realizar el estudio de las partidas en muros de albañilería, tarrajeo de muros, tarrajeo en cielorraso y todas aquellas posibles partidas en las que existen un considerable desperdicio de los materiales.

#### **2.2.3.2. Procesamiento de Información**

Primero hemos percibido que tipo de partidas son aquellas que analizaremos en cada obra, para esto hemos realizado ciertas plantillas en las cuales nos simplifica la toma de datos.

Luego con ayuda de nuestras plantillas hemos visitado cada una de las obras, con la intención de tomar y recolectar datos para posteriormente analizarlos, este proceso de recolección de datos se basa en la observación de las partidas en las cuales notamos influencia de desperdicio de materiales, por ejemplo:

El desperdicio del tarrajeo en los muros de albañilería, en el cual los datos a recolectar es la dosificación que utiliza el operario, el espesor del mortero con el que trabaja en el muro, la cantidad de metrado que realiza en cierto tiempo y para el cálculo del desperdicio, hemos pesado el volumen de la mezcla que no se utiliza con la ayuda de una balanza calibrada.

De esta manera recolectamos todos los datos posibles asignándolo en cada plantilla que hemos realizado, asimismo hemos realizado cartas balance de cada partida estudiada, con la

intención de ver el rendimiento que realiza cada trabajador en las partidas que se les asigna en su jornada laboral.

### **2.2.3.3. Análisis de Información**

Una vez realizada la recolección de datos en las diferentes obras de construcción, hemos separado cada partida estudiada, de cada obra visitada.

Luego nos dedicamos a ordenar, identificar, medir y evaluar toda la información que hemos recopilado.

Dicha información es analizada y procesada para poder obtener cálculos deseados y ciertos datos que nos hagan referencia de qué partidas son las más significativas en el desperdicio de materiales.

Para ello con la ayuda de cierta información, y tablas creadas en una base de datos podemos identificar rápidamente cuanto influye en porcentaje el desperdicio hallado, y a la vez ver aquellas restricciones que influyen de manera directa en el momento del proceso constructivo.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 RESULTADOS CUALITATIVOS**

Estos resultados se obtuvieron por intermedio de Entrevistas a Profundidad que se hicieron a los responsables de cada partida (Capataz), al Contratista del Proyecto y a la vez a Ingeniero Residente de cada Obra; por lo tanto obtenemos.

##### **3.1.1 ENCUESTAS A PROFUNDIDAD (Ver Anexo N° 5)**

Estos resultados se obtuvieron por intermedio de las encuestas hechas a las personas con mayor experiencia en los procesos de construcción, entre ellos tenemos:

Ingeniero Residente de Obra, Ingeniero Estructuralista y de Supervisión, Asistente del Residente de Obra, Contratista, Capataz y algunos operarios.

Los siguientes resultados obtenidos en las encuestas son:

- ✓ N° de Personas Encuestadas: 19
- ✓ N° de Preguntas por Encuesta: 17
- ✓ N° de Alternativas: 5
- ✓ Tipo de Encuesta: Encuesta Modelo Licker.
- ✓ Eje "X": Alternativas
- ✓ Eje "Y": Cantidad

Alternativas:

a = Definitivamente No

b = Probablemente No

c = Indeciso

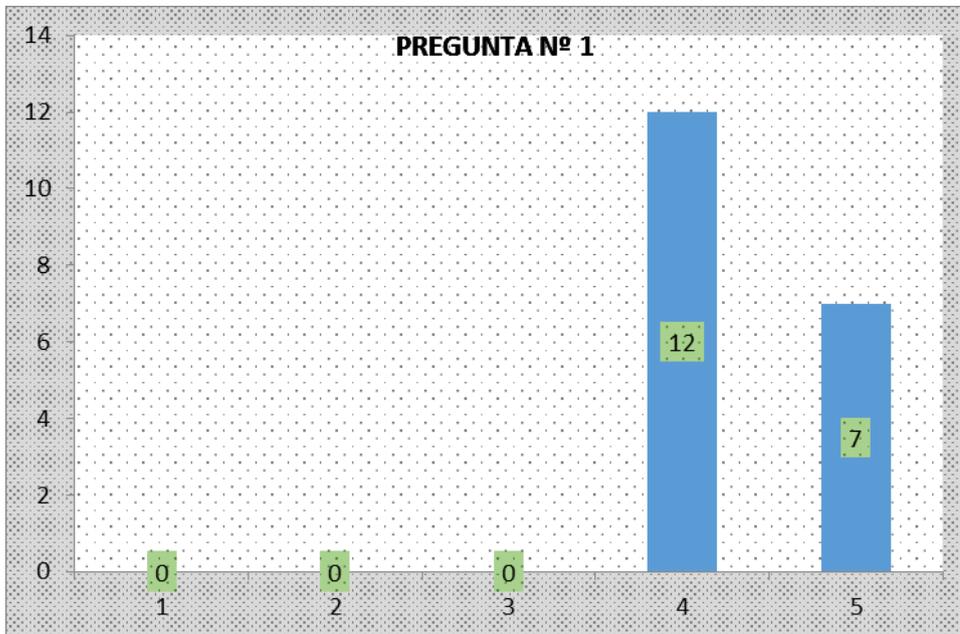
d = Probablemente Si

e = Definitivamente Si

**Pregunta N° 1:**

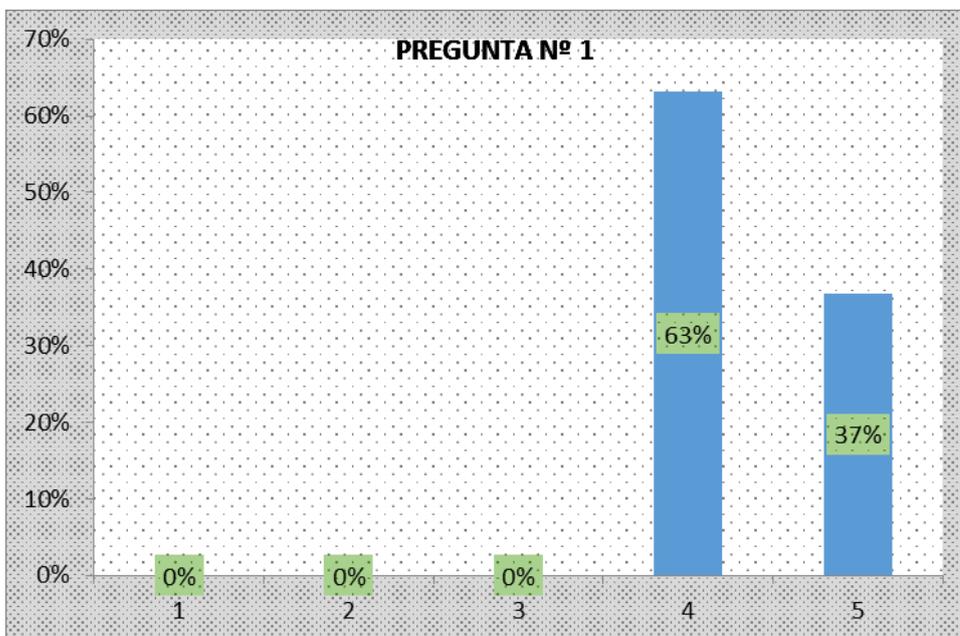
Cree que el bajo control de la calidad en los Procesos Constructivos genera desperdicios de los materiales. Ejemplo: No supervisar la nivelación y plomada de los muros confinados.

*Figura N° 29 - "Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas"*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 30 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

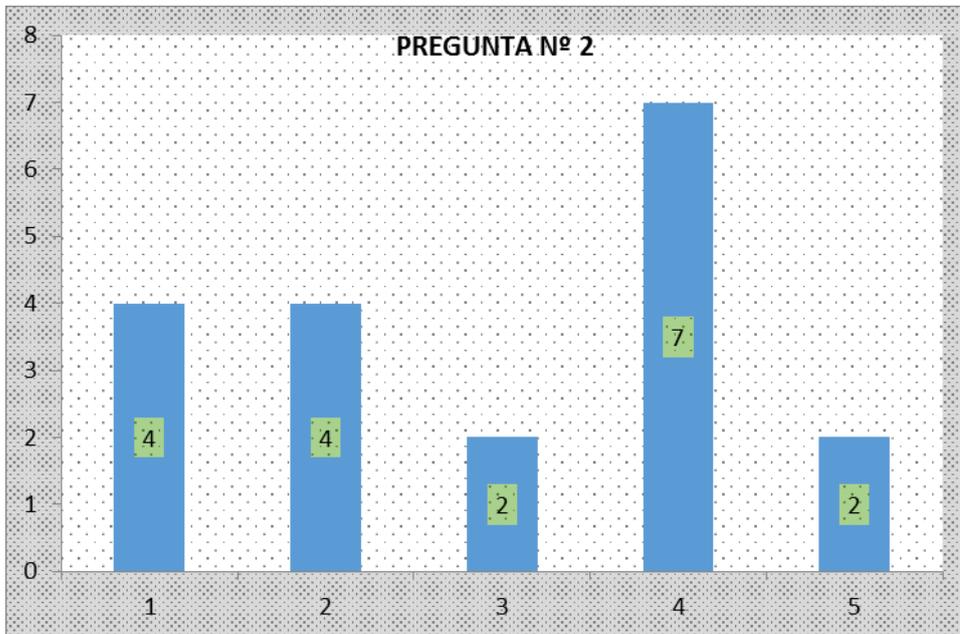


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 2:**

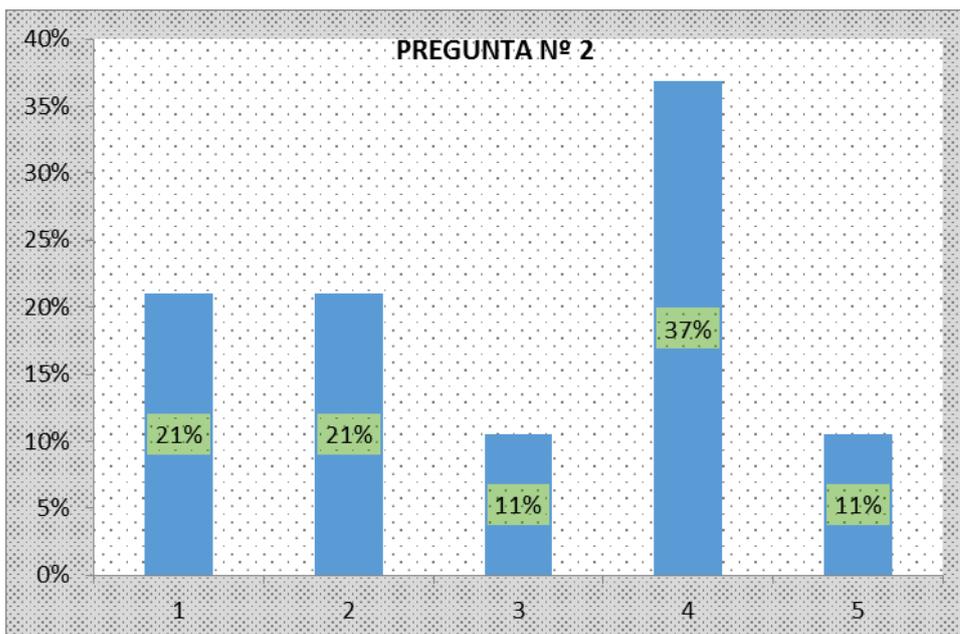
Si el ingeniero encargado estuviera presente en la obra, observando la actividad constructiva, cree que no se desperdiciaría el material.

*Figura N° 31 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 32- Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

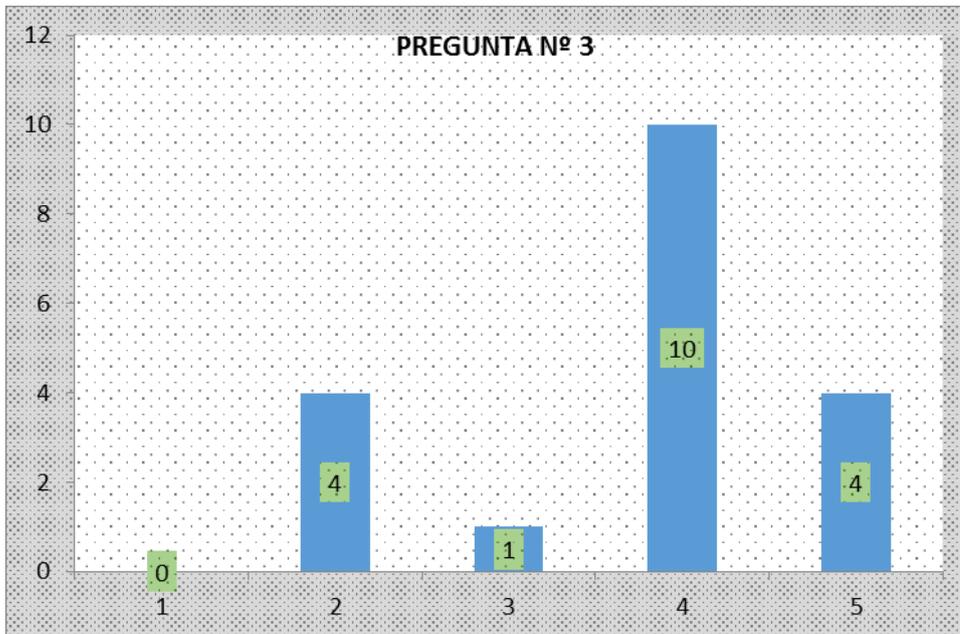


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 3:**

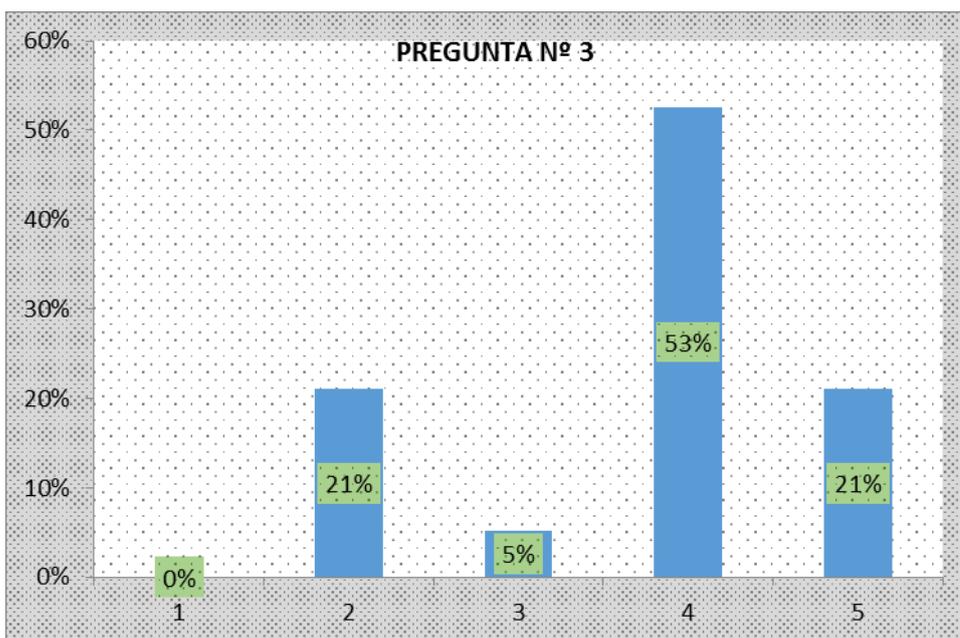
Considera usted que la falta de planeación, la falta de organización, y la falta de control en las partidas ocasionan significativamente el uso inadecuado de los materiales ocasionando desperdicios en los procesos de construcción.

*Figura N° 33- Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N°34 - Grafico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

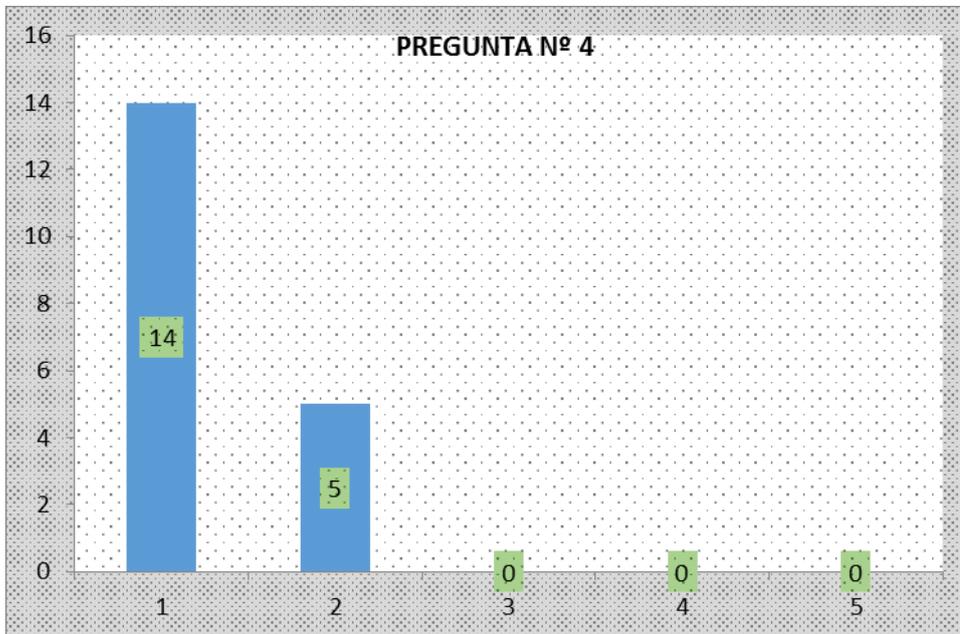


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 4:**

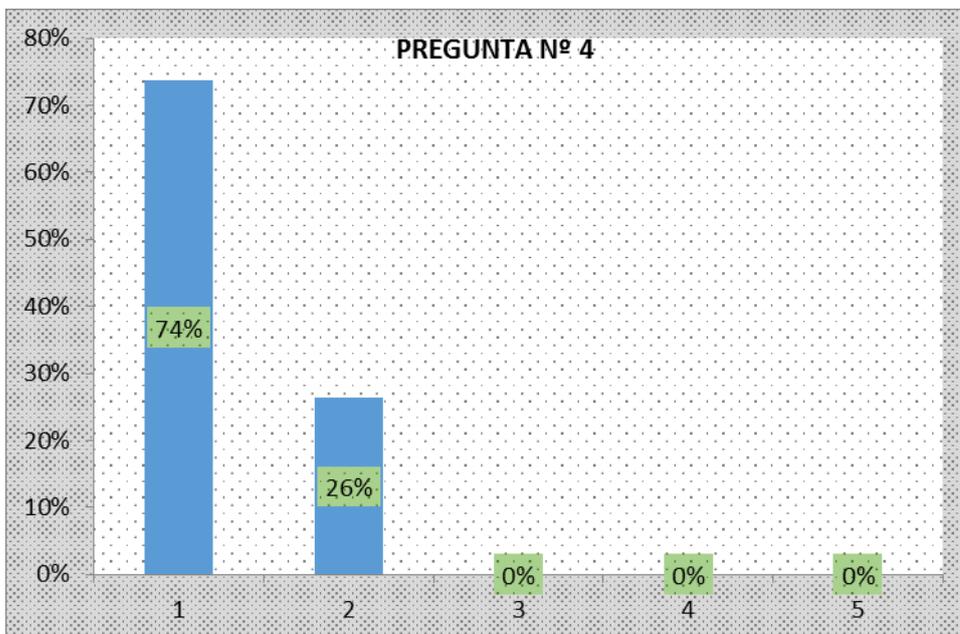
Usted utilizaría los pedazos de concreto restantes de un llenado de columnas, placas o plateas; para el llenado de las bases de la edificación.

*Figura N° 35 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 36 - Grafico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

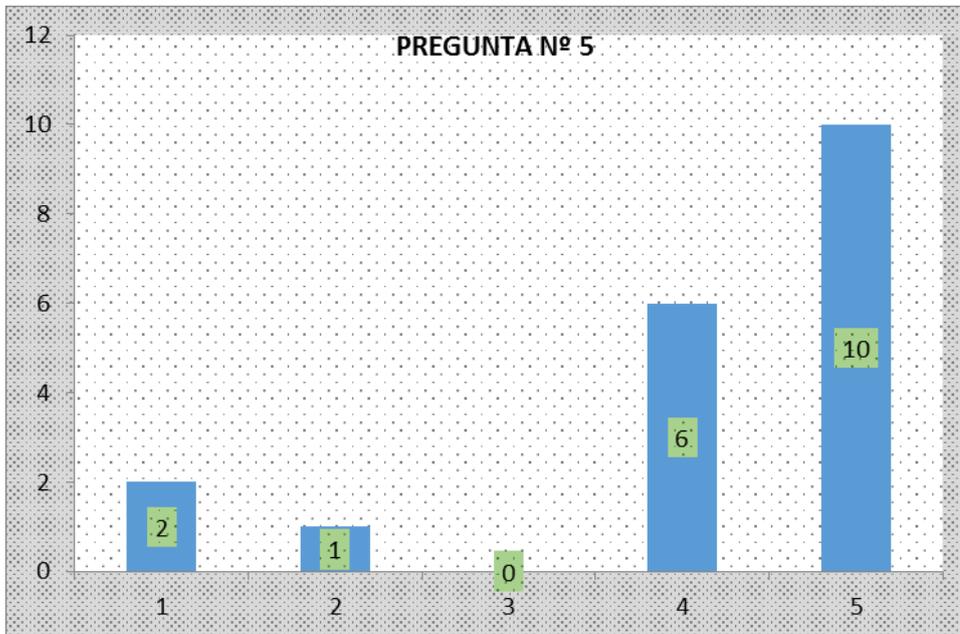


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 5:**

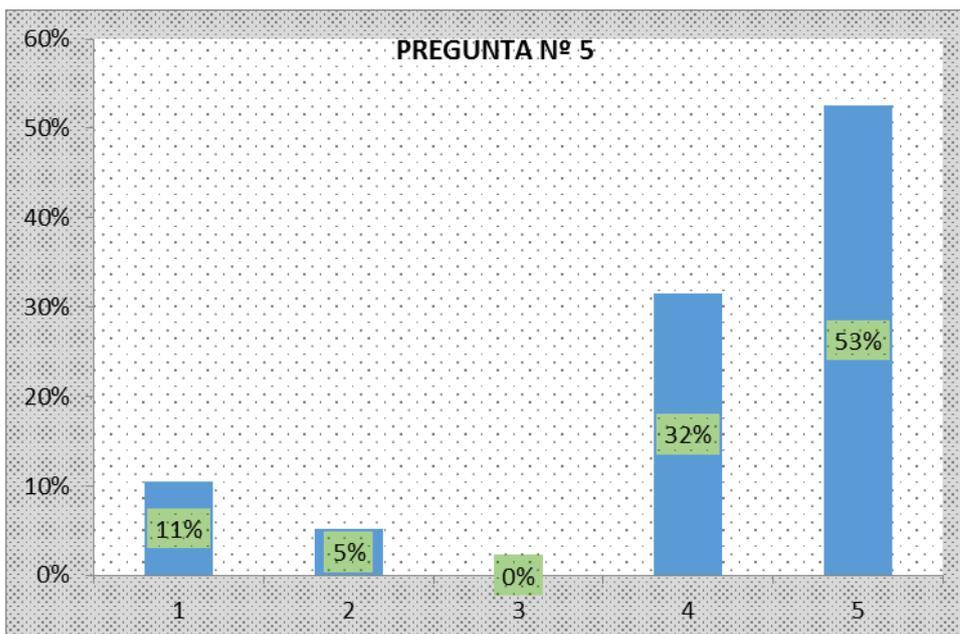
Por falta de experiencia de la cuadrilla obrera se comete muchas falencias, que ocasionan la mala ejecución de las partidas. Por ende se desperdicia material.

*Figura N° 37 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 38 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

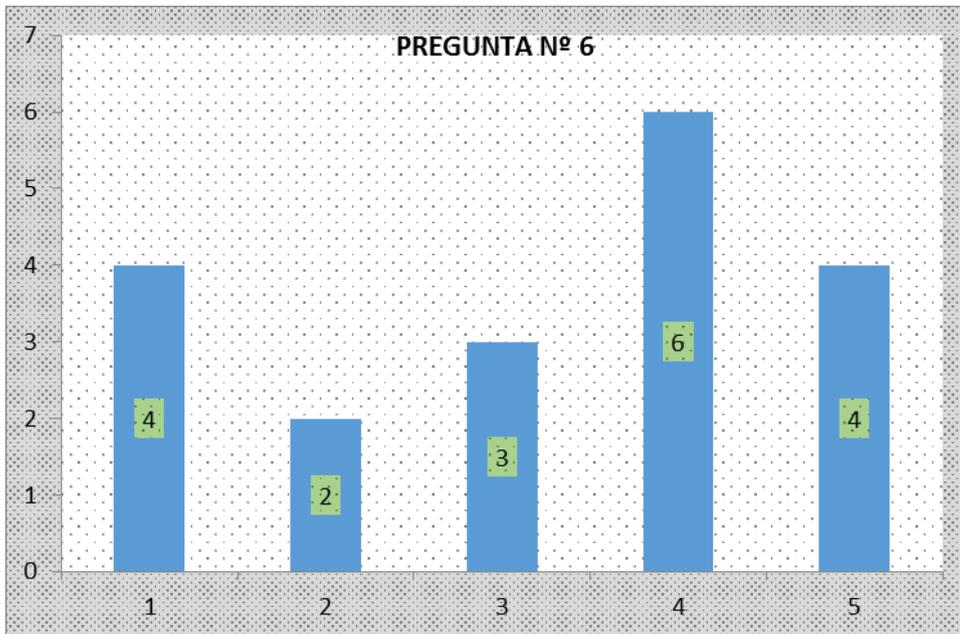


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 6:**

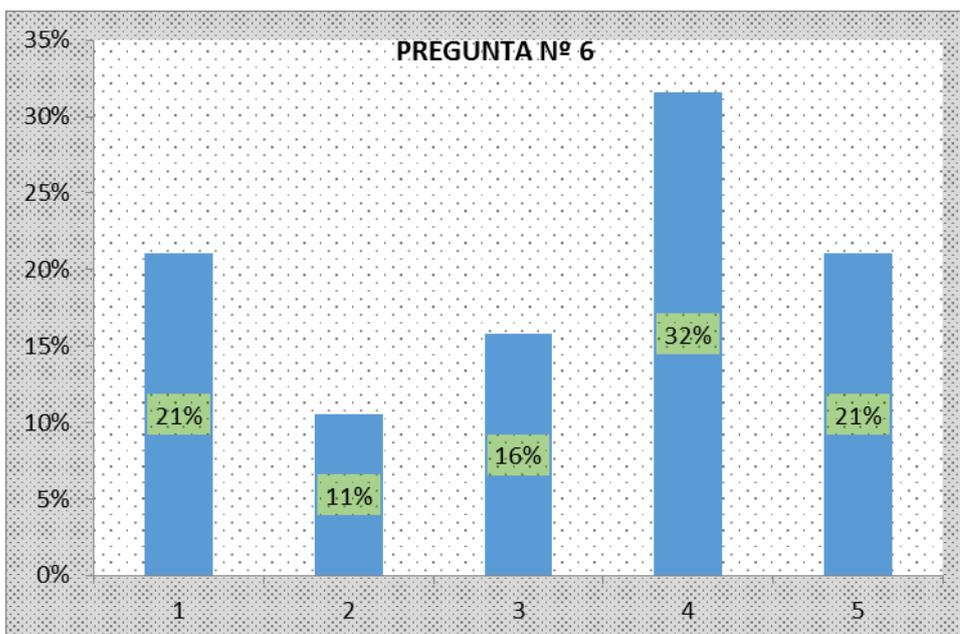
Como contratista, por la influencia de la empresa constructora en querer terminar rápido con las diferentes partidas de la edificación influye mucho en dejar las actividades no muy bien construida y por ende se desperdicia el material.

*Figura N° 39 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 40 - Grafico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

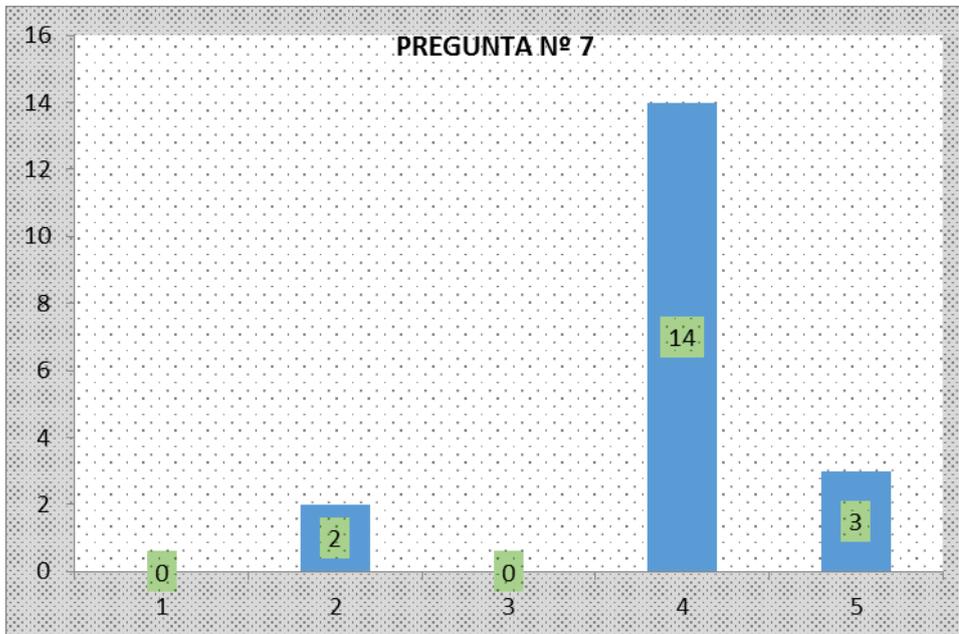


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 7:**

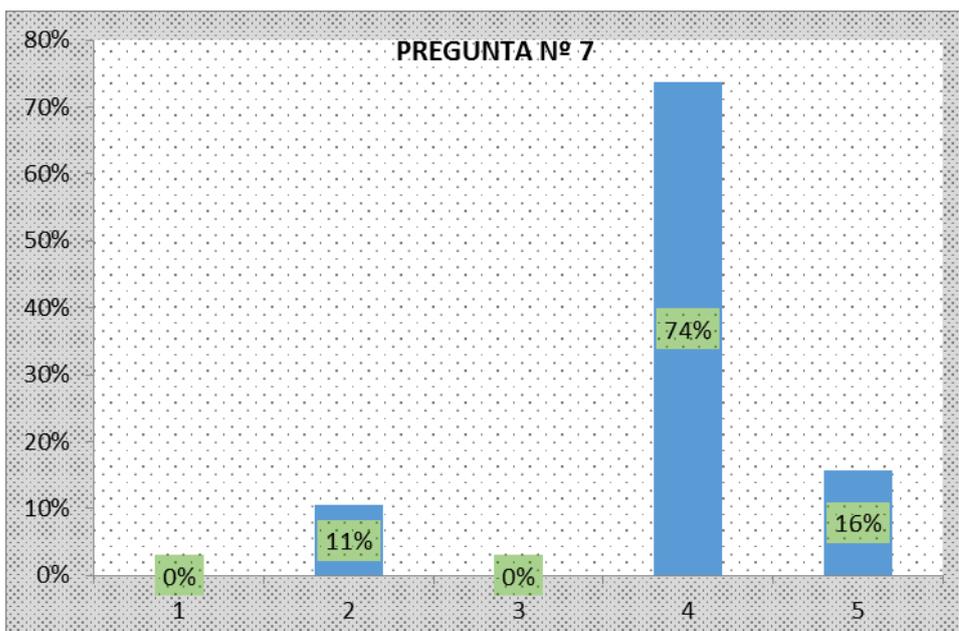
Cree usted que una falta de comunicación interna en la ejecución de las partidas ocasionan significativamente el uso inadecuado de los materiales ocasionando desperdicios en el proceso de construcción.

*Figura N° 41 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 42 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

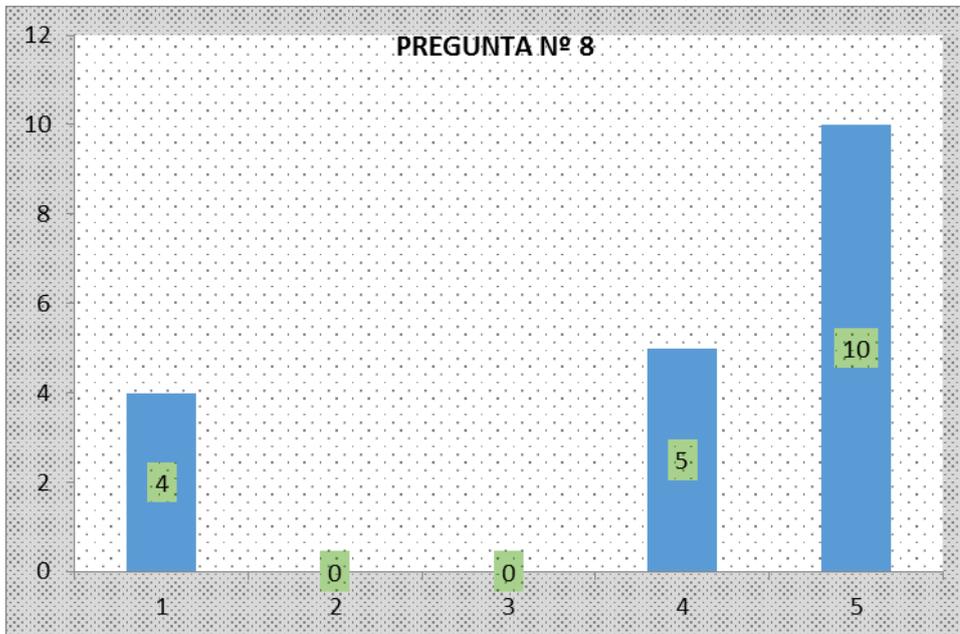


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 8:**

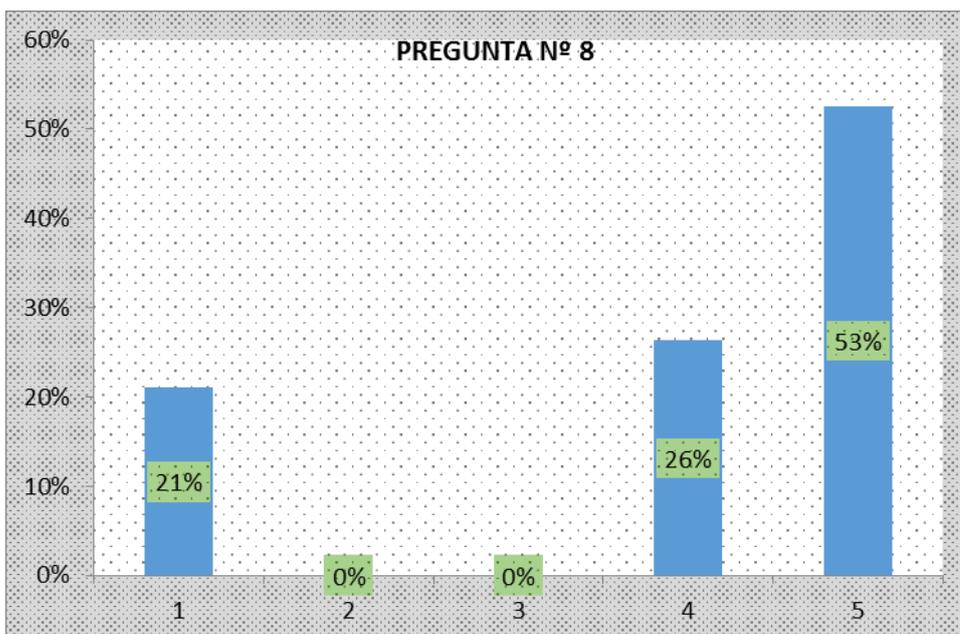
Influye negativamente en los desperdicios, el no almacenar los materiales de construcción en lugares adecuados; como por ejemplo, Almacenar las bolsas de cemento en lugares húmedos y expuestos a posibles lluvias.

*Figura N° 43 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 44 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

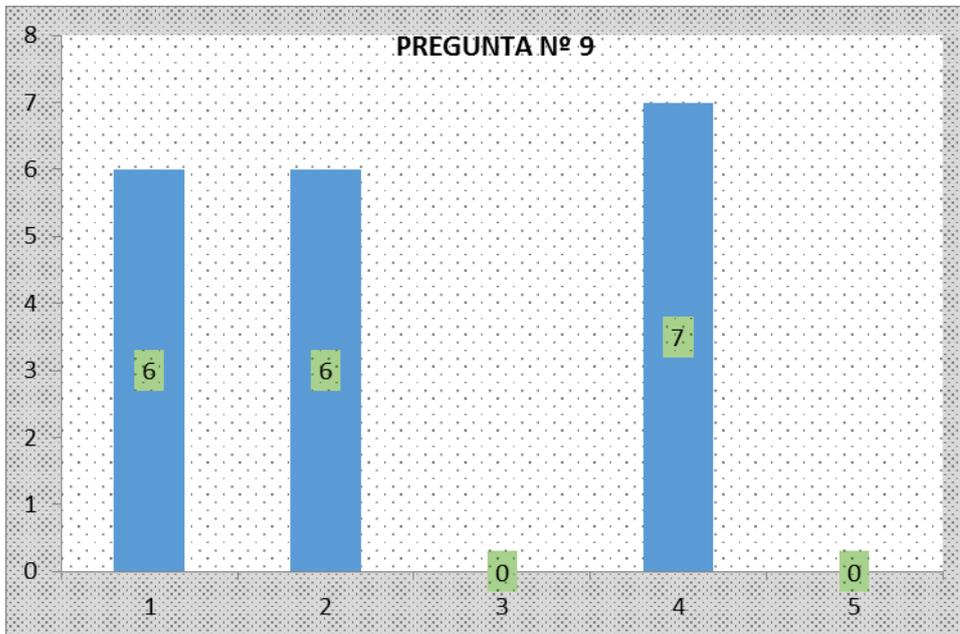


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 9:**

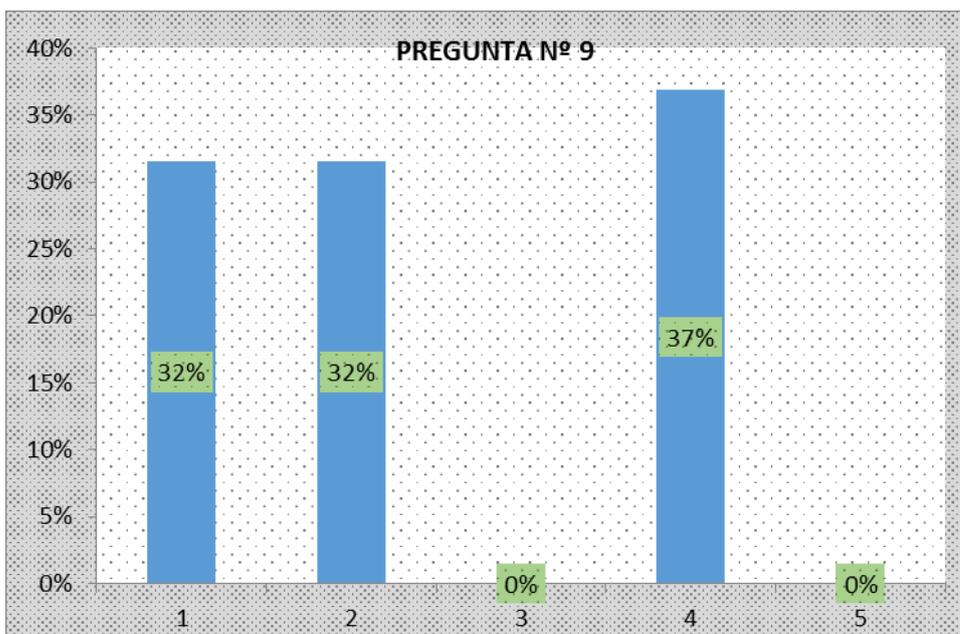
Cree usted que es necesario utilizar materiales de forma provisional para la ejecución de partidas; Por ejemplo: Ladrillos que se utilizan como bancos, Encofrados que se utilizan como mesas.

*Figura N° 45 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 46 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

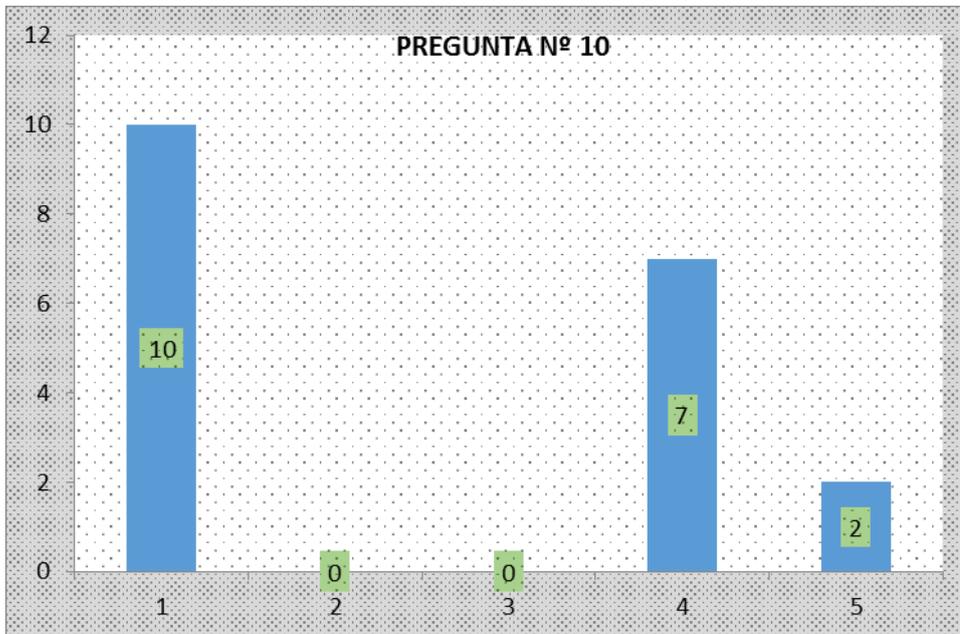


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 10:**

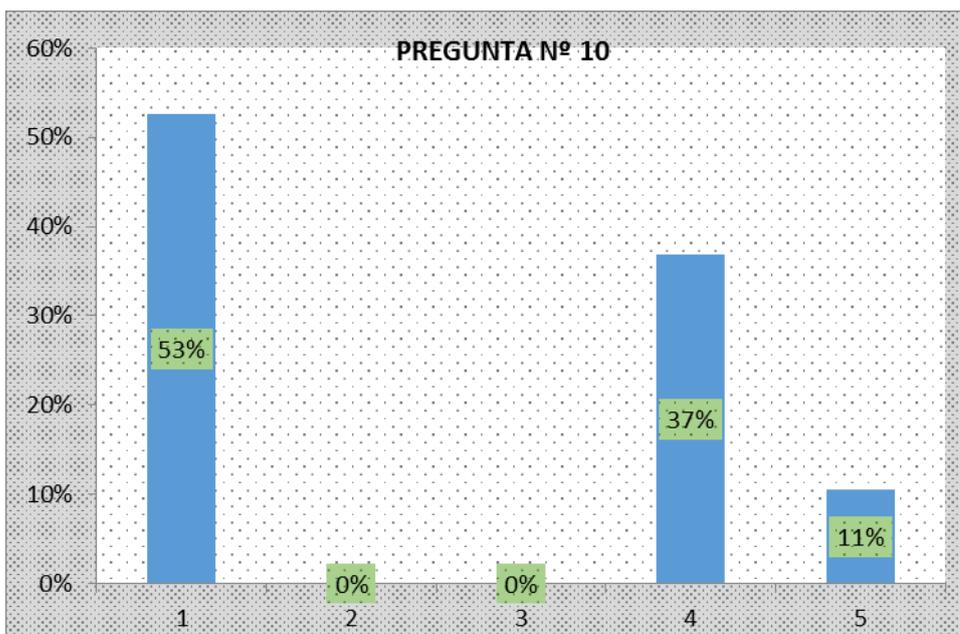
Considera eficaz el reemplazar un material de baja calidad por un material similar con mejores proporciones de calidad; Por Ejemplo: Utilizar acero de ½ “en reemplazo de acero de 3/8”, debido a que el material se ha agotado en obra.

*Figura N° 47 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 48 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

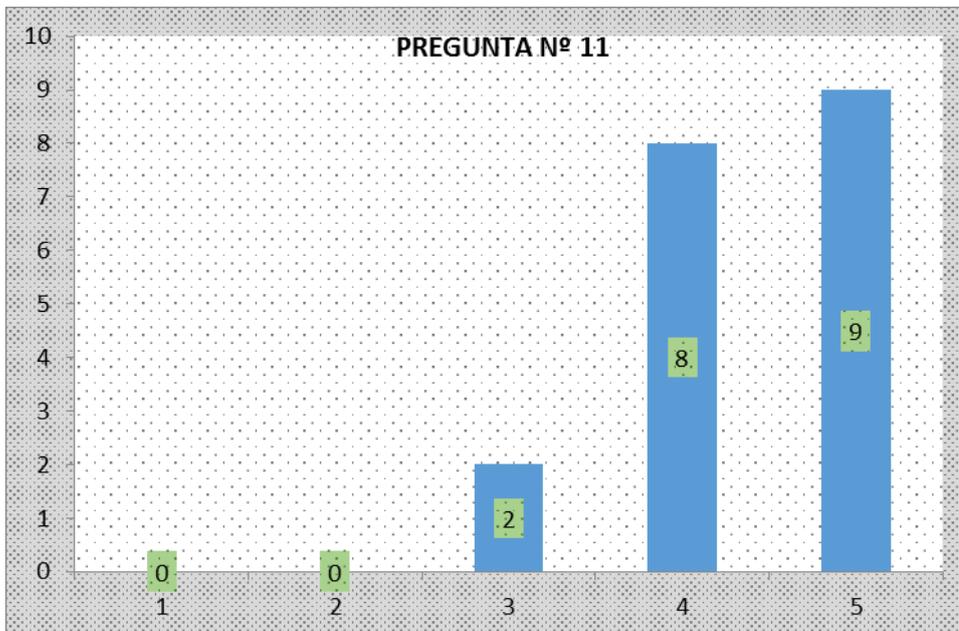


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 11:**

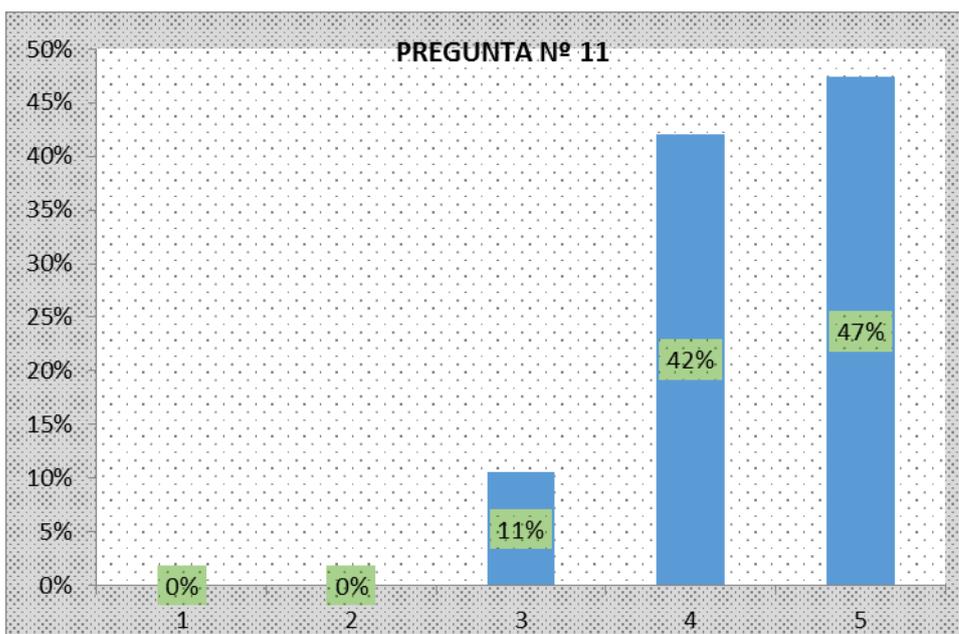
Considera que las personas encargadas de ejecutar las partidas, son conscientes de la forma en cómo se deben utilizar los materiales de construcción.

*Figura N° 49 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 50 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

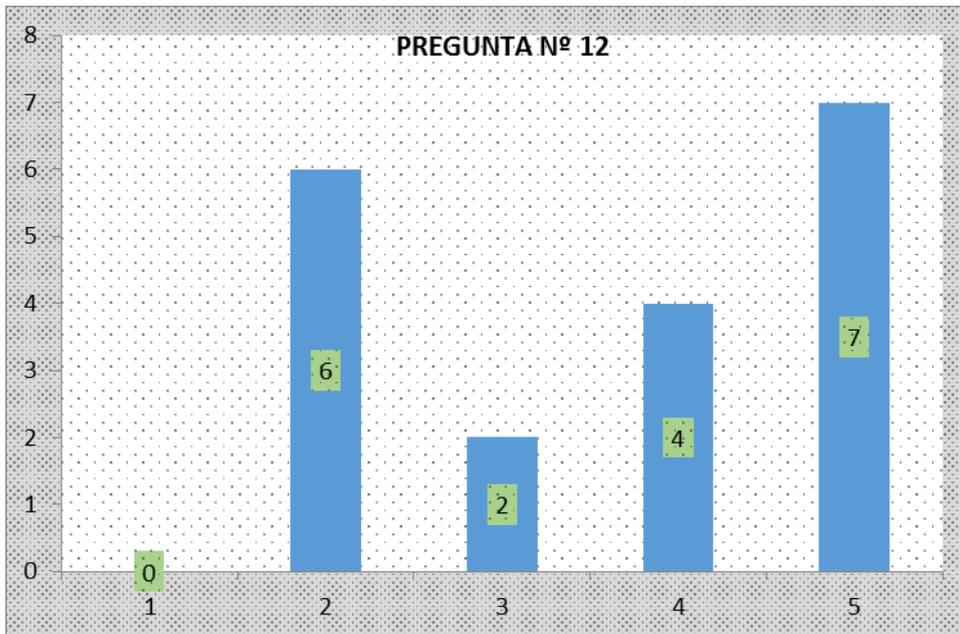


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 12:**

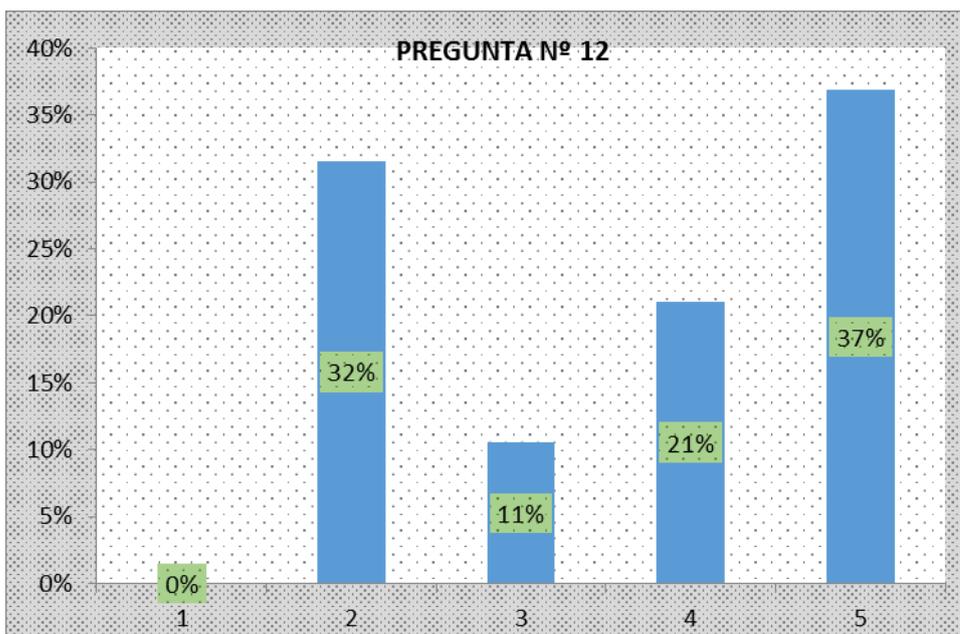
Influye de manera negativa el mal posicionamiento de las instalaciones en obra, ocasionando este problema una pérdida en los materiales de obra. Ejemplo: Obstáculos que se interponen en el recorrido del personal.

*Figura N° 51 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 52 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

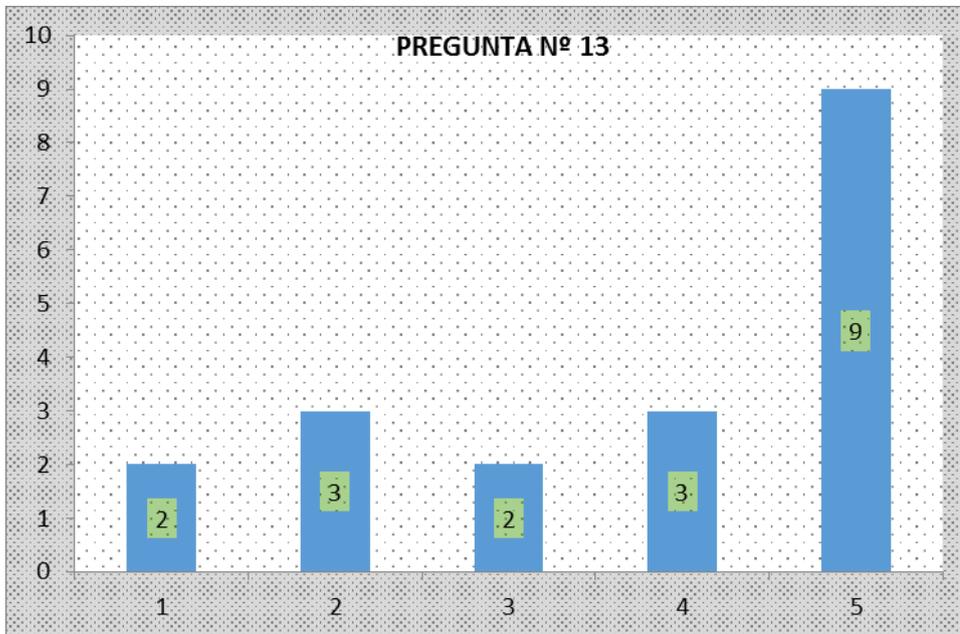


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 13:**

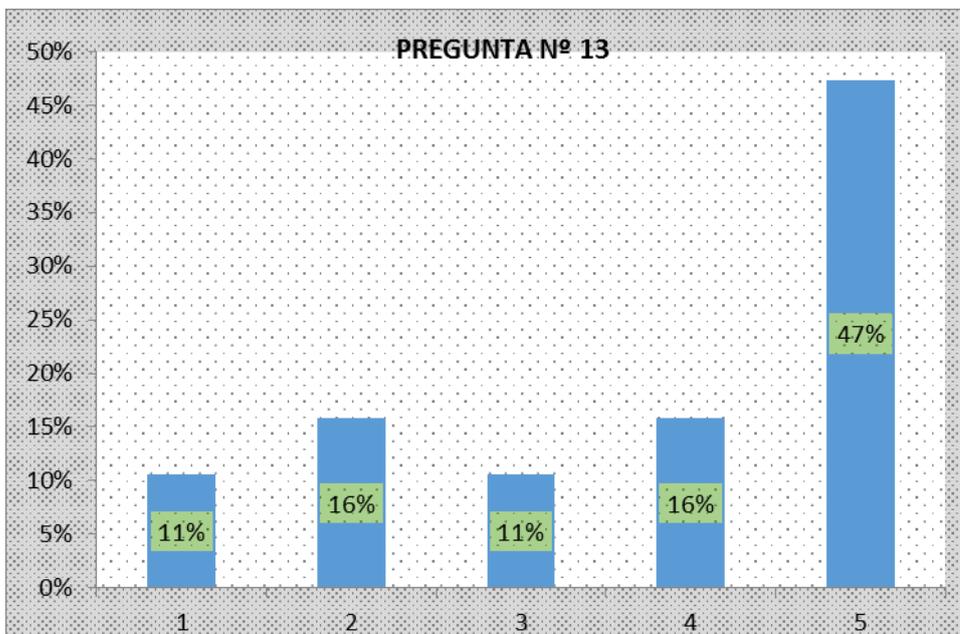
Cree usted que influye significativamente la actitud y el estado anímico de los trabajadores que ejecutan las partidas.

*Figura N° 53 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 54 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

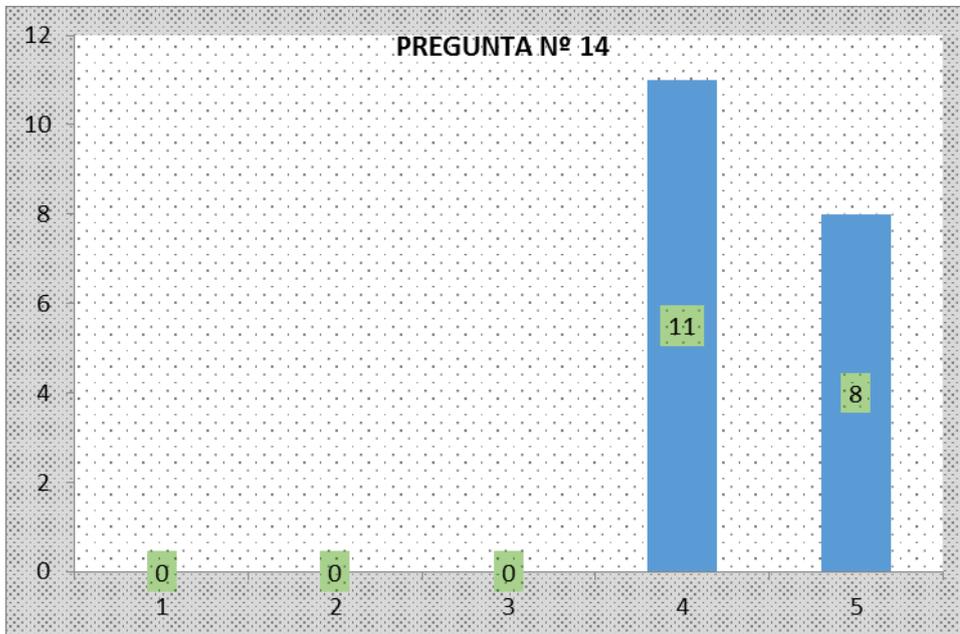


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 14:**

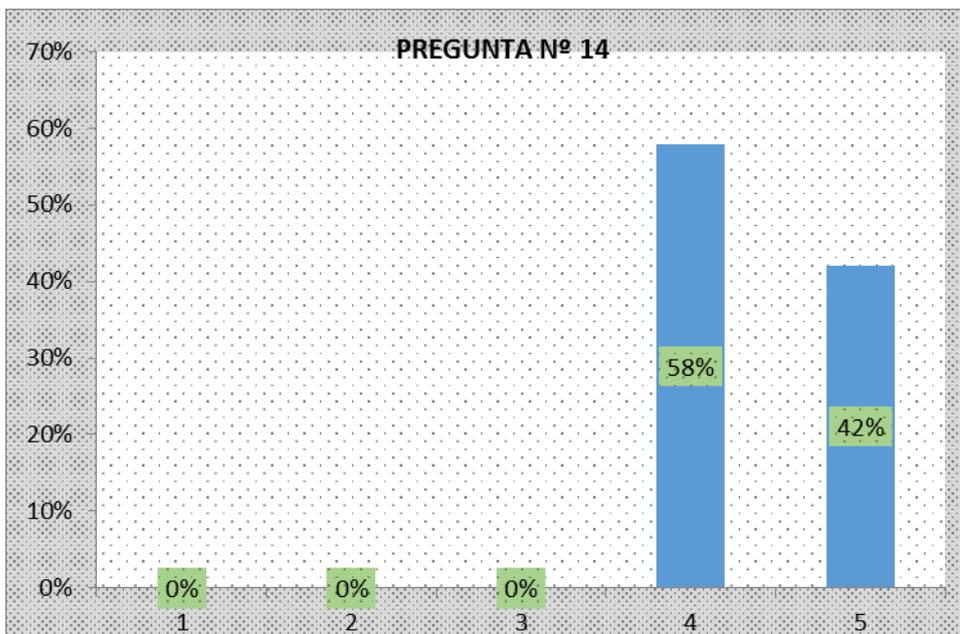
Considera que la falta de programación y control ocasiona el inadecuado manejo de materiales.

*Figura N° 55 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 56 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

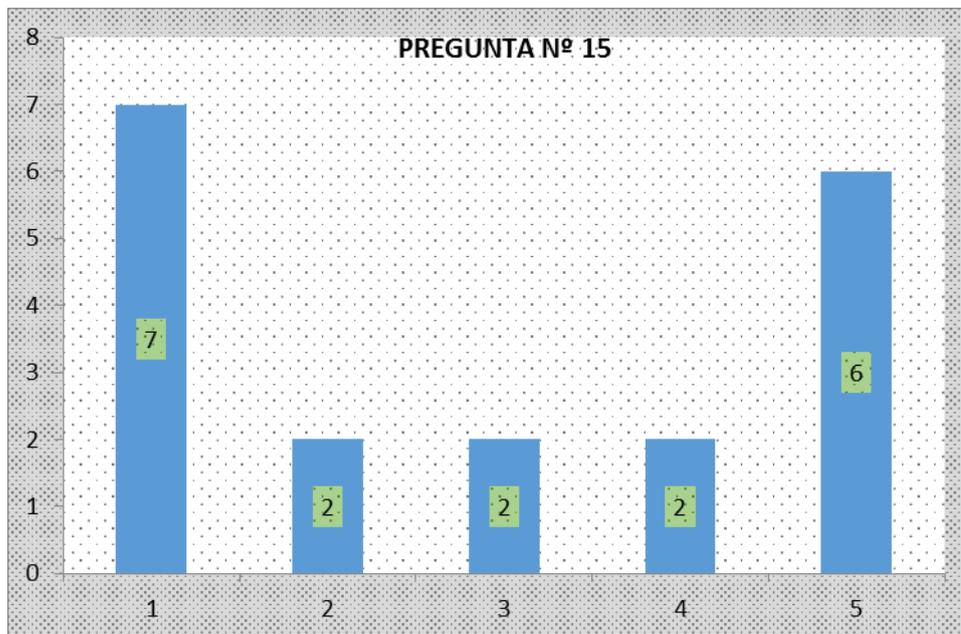


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 15:**

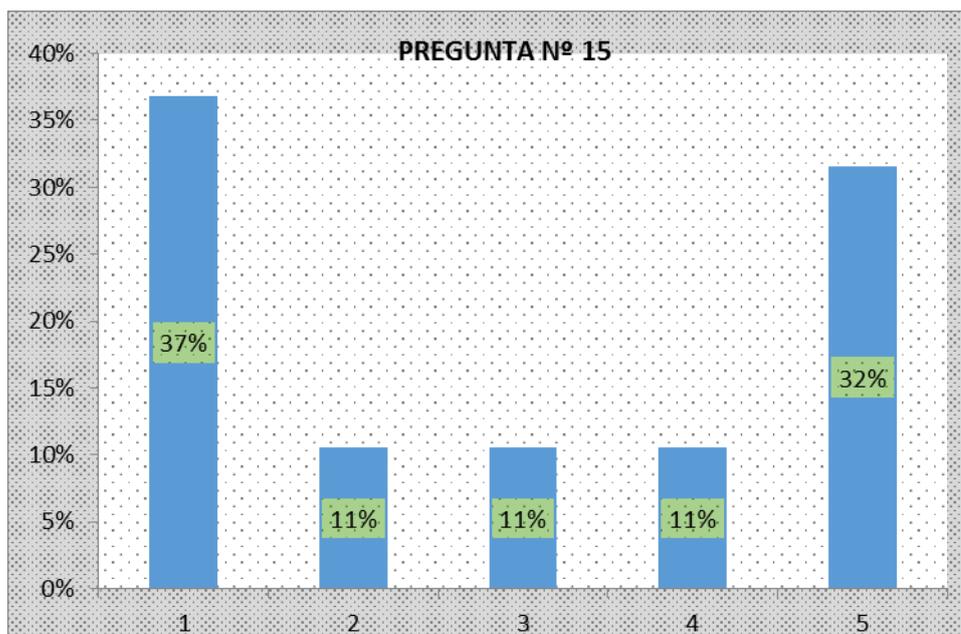
Considera adecuado solicitar el material que se necesita en obra de manera excesiva, utilizando una pequeña proporción y dejando en almacén lo sobrante para utilizarlo posteriormente.

*Figura N° 57 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 58 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

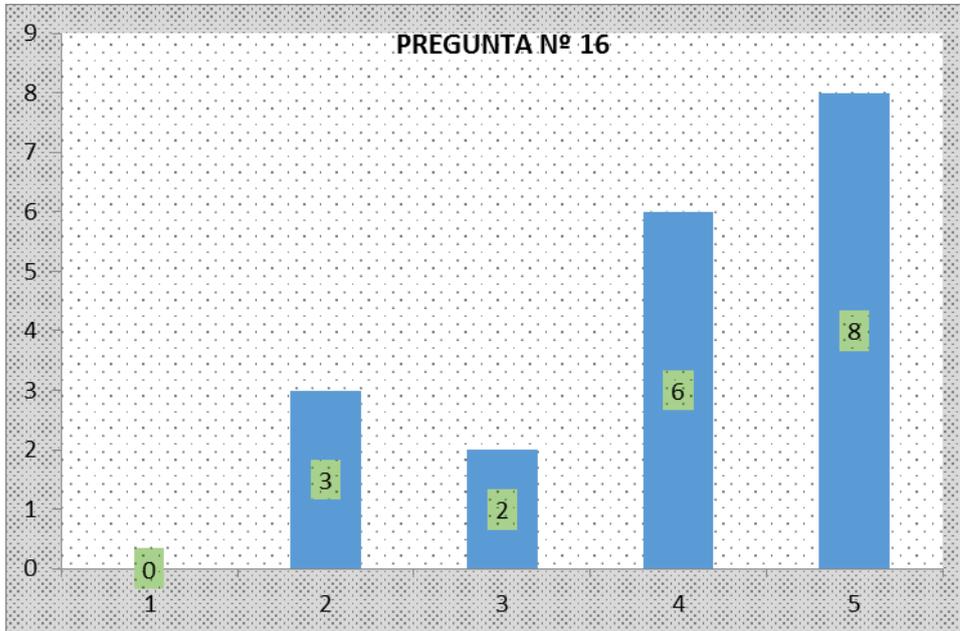


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta Nº 16:**

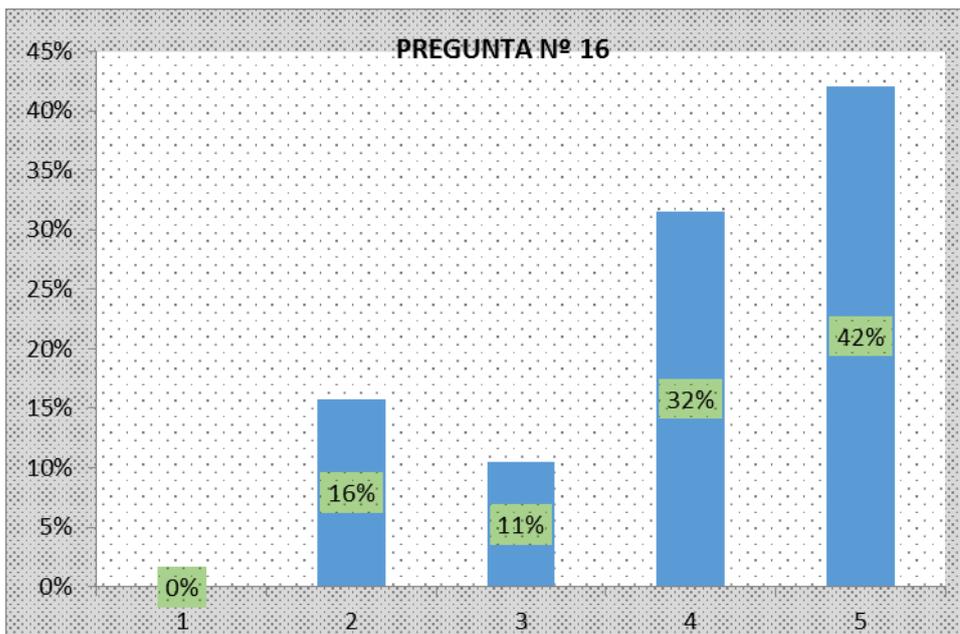
Existe una verificación de aquellos equipos en buen estado y aquellos equipos defectuosos; y a la vez se efectúa el mantenimiento de los equipos que se encuentran en obra.

*Figura Nº 59 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura Nº 60 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*

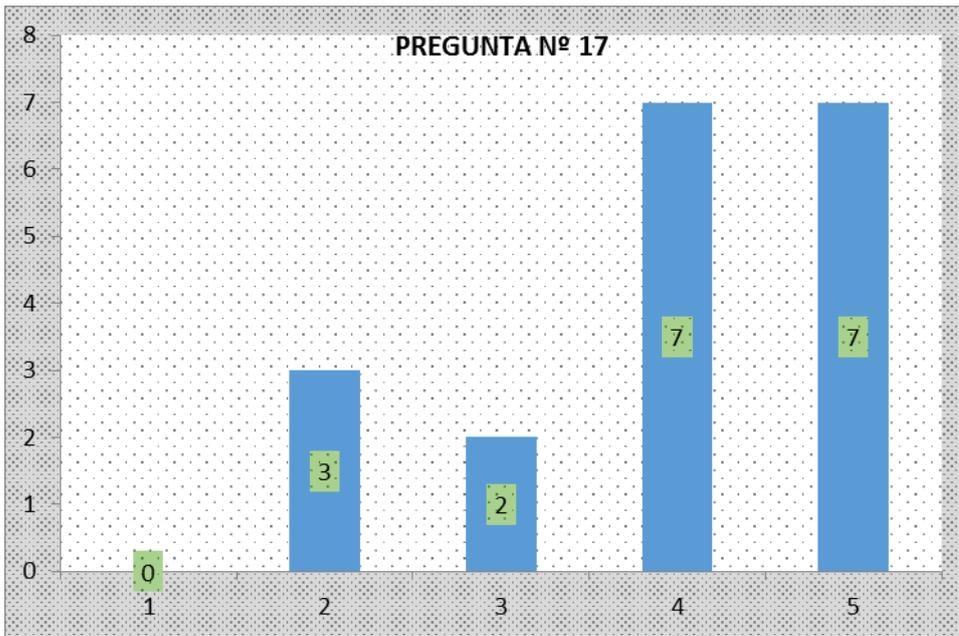


*Fuente: Encuesta*

**Pregunta N° 17:**

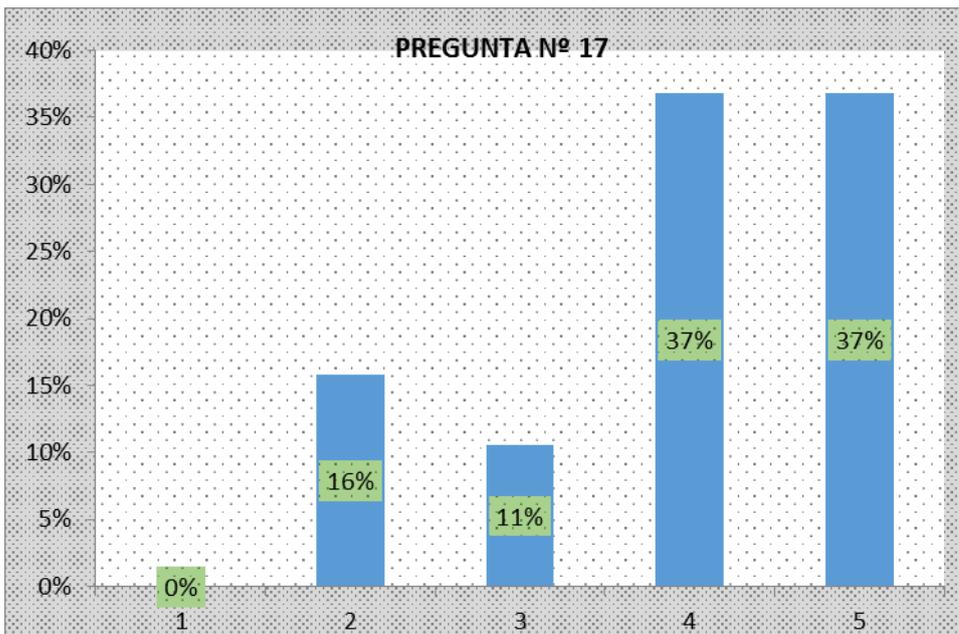
Al momento de recibir lo solicitado en obra, considera usted que todo el material garantiza una excelente calidad, y llega exactamente la cantidad solicitada en obra., Ejemplo: Solicitamos 2000 unidades de ladrillo, en obra llegan exactamente 2000 ladrillos y a la vez cada unidad en un buen estado.

*Figura N° 61 - Gráfico Estadístico de la Cantidad de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta*

*Figura N° 62 - Gráfico estadístico de Porcentajes de Personas Encuestadas*



*Fuente: Encuesta.*

Nos enfocaremos en el análisis de tres preguntas, estas preguntas están estipuladas en la hipótesis general y gracias a estas encuestas determinaremos cual es el factor principal que influye en el desperdicio de materiales en los procesos constructivos.

**Hipótesis General:**

Bajo Control de Calidad de Procesos Constructivos..... **Pregunta N° 1**

Deficiente Gestión Logística en la Empresa Constructora..... **Pregunta N° 3**

Baja Comunicación Interna para realizar las partidas..... **Pregunta N° 7**

Del estudio de estos datos tenemos lo siguiente:

Considerando que:

a = Definitivamente No

b = Probablemente No

c = Indeciso

d = Probablemente Si

e = Definitivamente Si

Pregunta N° 1:

- El 100% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (d-e).
- El 0% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (a-b-c).

Pregunta N° 3:

- El 74% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (d-e).
- El 26% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (a-b-c).

Pregunta N° 7:

- El 89% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (d-e).
- El 11% de las personas encuestadas marcaron las alternativas (a-b-c).

**Según las encuestas realizadas; el factor que más influye en el desperdicio de materiales en obras de construcción civil se basa en el bajo control de la calidad en los procesos constructivos.**

### **3.1.2 OBSERVACION DIRECTA.**

Estos resultados se obtuvieron por intermedio de observaciones directas, realizadas en cada obra y divididas en cada partida en el cual se realizó el análisis de estudio de los siguientes procesos constructivos.

- a. Evaluación del Ladrillo en Muros de Albañilería.
- b. Evaluación del Cemento en Columnas de Pórtico y/o Placas.
- c. Evaluación del Concreto Premezclado en Losas Aligeradas.
- d. Evaluación en Mortero de Tarrajes de Cielorraso.
- e. Evaluación en Mortero de Tarrajes en Muros de Albañilería.

### **3.2 RESULTADOS CUANTITATIVOS DE LA TESIS.**

#### **3.2.1 CALCULO DE FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS DESPERDICIOS DE MATERIALES**

Pese a que el trabajo sobre las tres obras se desarrolló en periodos de tiempo distintos se presentará la metodología de trabajo incluyendo los resultados para estos proyectos en paralelo, de tal manera que se puedan comparar y comentar las mejoras o modificaciones que se realizaron. La metodología de trabajo que se planteó se divide en 3 Etapas:

- Identificación
- Evaluación
- Intervención

### **3.2.1.1 IDENTIFICACION:**

En la etapa de identificación se trata de determinar cuáles son los materiales o las partidas que valdrá la pena controlar a lo largo del proyecto, este proceso puede realizarse tanto de manera cualitativa como cuantitativa. Las motivaciones para mantener control sobre un material pueden variar dependiendo de las características de las empresas y los proyectos.

Una obra debe mantener control sobre un material por el costo que le puede ocasionar desperdiciarlo o eliminarlo, por el gran volumen de desmonte que representan los residuos, para asegurar la calidad de algunos procesos en donde puede estarse utilizando mayor material para corregir defectos, por la escasez del material en el mercado, para mejorar la productividad de la mano de obra, por el daño que puede representar para el medio ambiente la eliminación de algún material, etc.

Para el caso de las empresas en donde se desarrolló la investigación se plantearon dos objetivos muy claros, disminuir el volumen de desechos eliminados y obtener ahorros al producir menos desperdicio.

Bajo esta premisa se plantearon dos formas de identificar los materiales a controlar:

La primera fue por observación del desmonte que se estaba generando antes de iniciar el trabajo, esto con la finalidad de apreciar que tipo de materiales eran eliminados en mayor volumen y con mayor frecuencia. Así la reducción de estos desperdicios significaría reducir el impacto de la obra sobre el medio ambiente de manera importante y del mismo modo reducir el costo de eliminación del desmonte.

A continuación se presentan fotografías tomadas del desmonte existente en las obras para determinar los materiales que están siendo eliminados como desmonte (perdida directa):

OBRA: "A"

Figura N° 63 - "Desmonte en Obra"









*Fuente: Imágenes Propias de las Obras.*

En estas fotografías se pueden apreciar varios temas interesantes, en primer lugar se observa que el mayor volumen de desmonte es el generado por las actividades de albañilería (ladrillo, mortero, etc.) sin embargo también se pueden apreciar restos de concreto, todo el acero sobrante era separado para ser vendido como chatarra por tal motivo no está presente en ninguna de estas fotos.

Se observa además que por ser edificaciones similares en donde se ejecutan las mismas partidas y se utilizan los mismos materiales se tienen residuos con las mismas características.

Finalmente en las fotos superiores que corresponden al inicio de la obra, se pueden identificar unidades de ladrillo KK enteras y en buen estado, estas unidades eran eliminadas de esta manera debido a que se dejaban abandonadas por la cuadrilla de asentado de ladrillo luego de su trabajo en un determinado sector de la obra, esto sucedía como consecuencia del sobreabastecimiento de ladrillos en el piso, es decir, se despachaban más de los necesarios para concluir con el trabajo de la jornada.

Del mismo modo el exceso de mortero proveniente de las sobras de los trabajos de asentado de ladrillo, tarrajeo de muros, cielo raso, contrapiso, etc. Además de generar un gran volumen de desmonte traía consigo grandes dificultades para su eliminación, ya que se endurecía rápidamente obligando a los ayudantes de limpieza a realizar un esfuerzo adicional para recogerlo al día siguiente.

Luego de revisar la información presentada se debe definir cuáles serán los materiales sobre los que se mantendrá un control estricto.

Para el presente trabajo, y en base a los objetivos de las empresas en donde se desarrolló la investigación se seleccionaron los materiales más representativos de la etapa de estructuras, como son las partidas de concreto, debido a que tienen una alta incidencia en el costo de la obra, así mismo se decidió controlar al ladrillo y el cemento, siendo estos los materiales más representativos de la etapa de albañilería, la cual genera el mayor volumen de desmonte en la obra.

Como ya se ha mencionado anteriormente:

### **Proyecto Obra “A”**

El proyecto se encontró con un avance constructivo hasta el nivel 4, tanto en elementos estructurales como en mampostería de cerámica roja (Muros de Albañilería).

En esta obra hemos podido realizar la investigación en las partidas de concreto, enfocándonos en la cantidad de cemento que se utiliza en los elementos estructurales vaceados, también hemos podido cuantificar aquellos desperdicios en materiales en las partidas de tarrajeo en muros interiores y cielorraso.

### **Proyecto Obra “B”**

El proyecto se encontró con un avance constructivo en un 40%, como esta obra está dividida en tres bloques, 1 de los tres bloques se encontró totalmente acabado, pero aún quedaron dos bloques.

En esta obra hemos podido realizar la investigación en las partidas de concreto, enfocándonos en la cantidad de cemento que se utiliza en los elementos estructurales vaceados, también hemos podido cuantificar aquellos desperdicios en materiales en las partidas de tarrajeo en muros interiores y cielorraso.

### **Proyecto Obra “C”**

El proyecto se encontró con un avance constructivo finalizado en elementos estructurales.

En esta obra hemos podido realizar la investigación en las partidas de albañilería, cuantificando la cantidad de desperdicio en ladrillos que se usan en los muros de confinamiento, asimismo se a podido estudiar la cantidad de desperdicio que hay en tarrajeo de estos mismos elementos.

**NOTA:** Cabe resaltar que se realizó un estudio de cartas balance en cada obra; para cada partida estudiada, y así poder observar cómo influye la mano de obra en actividad realizada; ya que al no laborar en horarios de trabajo se considerará un desperdicio en mano de obra.

### 3.2.1.2 EVALUACIÓN

Una vez identificados los materiales sobre los cuales se debe mantener control, para asegurar la reducción del volumen de material eliminado y el costo de los desperdicios se proceden a evaluar alternativas viables con la finalidad de controlar los desperdicios.

#### 3.2.1.2.1. Evaluación del Ladrillo:

Las unidades de ladrillo Kingkong de 18 huecos de dimensiones 9cmx12cmx24cm se utilizaron para la construcción de muros de albañilería. Los ladrillos son transportados a la obra en camiones, los cuales se descargan en el primer nivel, (zona de descarga) para posteriormente ser transportados a los pisos superiores.

#### Obra “A”, “B” y “C”

*Figura N° 64 - “Habilitación del Ladrillo en Obra”*



*Fuente: Imagen Propia de Obra*

En la Obra "A" y en la Obra "B", el ladrillo es trasladado con el apoyo del winche, donde se almacenaban en los niveles superiores hasta que son llevados a la zona final de construcción del muro por los ayudantes de forma manual o con boogie luego de firmar los respectivos vales de almacén donde se indica la cantidad de material que están retirando.

En la Obra "C", los ladrillos son descargados en la calle y luego con la ayuda de forma manual o con boogie son llevados a los niveles superiores.

Los muros de ladrillo se levantan de forma tradicional, los operarios con ayuda de cordel y plomada van asentando las unidades de arcilla sobre un mortero preparado en base a cemento, arena y agua, los cuales son provistos por los ayudantes. Finalmente los ayudantes son los encargados de limpiar la zona de trabajo desarmando plataformas, recogiendo los residuos y apilando las unidades de ladrillo sobrantes mientras que el albañil continúa con su trabajo en otro muro.

*Figura N° 65 - Almacenamiento del Ladrillo*



*Fuente: Imagen Propia de Obra*

Luego de analizar los procesos con ayuda de algunas encuestas realizadas al equipo de obra se determinaron los posibles puntos de ocurrencia de desperdicio:

- **Perdidas por entregas incompletas:** Es posible que la cantidad entregada no sea la misma que se solicitó, este punto es controlado durante la colocación del material en la obra, debido a que todas tienen el mismo tamaño, el apilamiento de las unidades de ladrillo en una misma distribución, y en un mismo número de capas permiten que sea posible contar detalladamente la cantidad de material entregado y revisar su estado durante la descarga.

*Figura N° 66 - Perdidas por Entregas Incompletas*



*Fuente: Imagen Propia de Obra*

- **Rotura de Unidades:** Se podría producir durante el transporte o el almacenamiento, por esta razón la forma de apilar los ladrillos es muy importante ya que les brinda estabilidad y permite que el traslado sea confiable

*Figura N° 67 - Rotura de Unidades*



*Fuente: Imagen Propia de Obra*

- **Perdidas por material sobrante eliminado:** Se da una vez que se han terminado de construir los muros y se tienen ladrillos sobrantes, estos se dejan apilados a un lado pero no son reutilizados y terminan siendo abandonados en el lugar de trabajo luego de que la cuadrilla sube al siguiente piso, esto tiene que ver con un orden del proceso y se puede corregir dando las indicaciones necesarias al personal ayudante de la cuadrilla de albañilería para regresar las unidades sobrantes a la zona de almacenamiento principal.

*Figura N° 68 - Perdidas por Material Sobrante Eliminado.*



*Fuente: Imagen Propia de Obra*

- **Perdidas por corte de unidades:** Ocurre durante el asentado de ladrillos y debido a la falta de modulación de los muros, al ser necesarias piezas más pequeñas para terminar las hiladas en los extremos los operarios tienen que romper las unidades hasta obtener el tamaño conveniente.

*Figura N° 69 - Perdidas por Corte de Unidades*



Fuente: Imagen Propia de Obra

Es sobre esta última causa de desperdicio que se decidió trabajar ya que es la que genera mayor cantidad de residuos, para determinar la situación inicial se realizaron mediciones en campo, contabilizando cuantas fracciones de las unidades de ladrillo se rompían por hilada para determinar el porcentaje de ladrillos desperdiciados obteniéndose el siguiente cuadro resumen:

Tabla N° 9 - Cuadro de Desperdicio del Ladrillo

<b>(A) CUADRO CONSOLIDADO DE DATOS</b>		<b>Und</b>
Ladrillos Enteros Consumidos	277	und
Ladrillos Partidos Usados	31	und
Ladrillos Partidos Consumidos	55	und
Total de Ladrillos Consumidos	332	und
Total de Ladrillos Usados	308	und
<b>Desperdicio</b>	<b>7,23%</b>	<b>%</b>
Área del Muro	7,95	m2
Ladrillos Consumidos/m2	41,77	und
Ladrillos Colocados/m2	38,75	und

<b>(B) CUADRO CONSOLIDADO DE DATOS</b>		<b>Und</b>
Ladrillos Enteros Consumidos	94	und
Ladrillos Partidos Usados	9	und
Ladrillos Partidos Consumidos	17	und
Total de Ladrillos Consumidos	111	und
Total de Ladrillos Usados	103	und
<b>Desperdicio</b>	<b>7,21%</b>	<b>%</b>
Área del Muro	2,70	m2
Ladrillos Consumidos/m2	41,04	und
Ladrillos Colocados/m2	38,08	und

Fuente: Elaboración Propia

Adicionalmente, para verificar el impacto del desperdicio de materiales sobre la mano de obra, para esto se realizó una medición de niveles de actividad del proceso normal de asentado de ladrillo, levantando los siguientes resultados:

## CUADRO DE DESPERDICIO EN LA MANO DE OBRA

### DATOS OBTENIDOS DEL CUADRO (A):

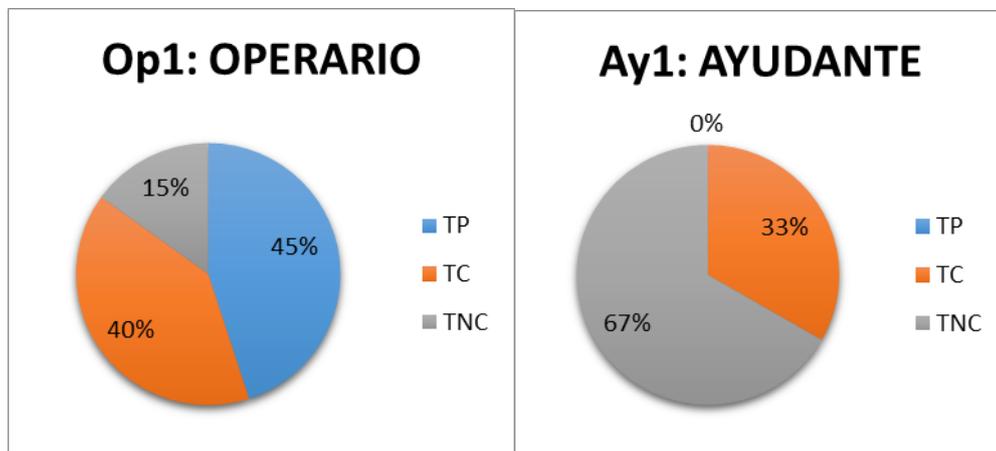
Las Funciones de cada persona consistía en:

Tabla N° 10 – Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra

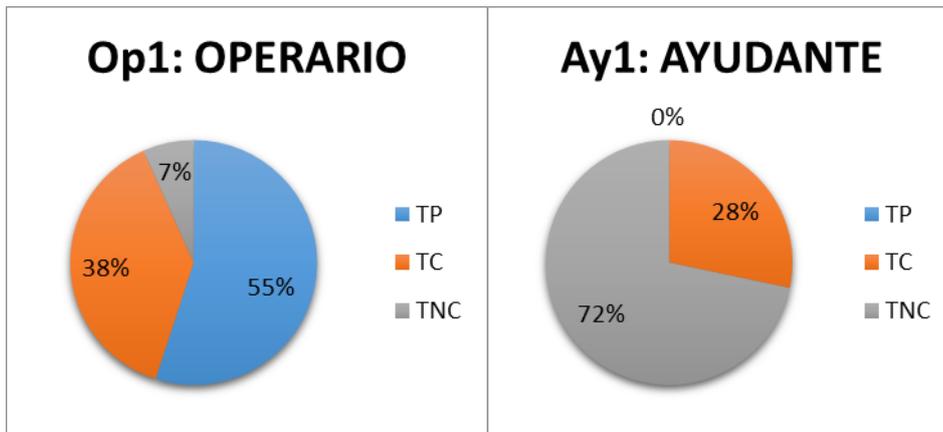
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
1	ASENTADO DE LADRILLO
2	COLOCACION DE MORTERO
3	COLOCACION DE MECHAS

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
11	PLOMADA
12	NIVELACION
13	ROTURA DEL LADRILLO
14	ARMADO DE ANDAMIOS
15	PREPARACION DE MEZCLA
16	ACARREO DE MATERIALES
17	MOJADO DEL LADRILLO

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
21	SALIDA A SSHH
22	TRAER NUEVAS HERRAMIENTAS
23	LIMPIEZA
24	DESCANSO
25	AYUDAR A OTRO PERSONAL



**DATOS OBTENIDOS DEL CUADRO (B):**



*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar en ambos casos, quien no genera producción en la partida es el ayudante, debido que notan tiempos no productivos en la actividad.

**3.2.1.2.2. Evaluación del Cemento:**

Las bolsas de cemento de 42.5 Kg. Se utilizan para una gran variedad de partidas en la obra, entre ellas están el tarrajeo de muros, el cielorraso, los derrames, el contrapiso y el tarrajeo de fachada. El cemento se mezcla en proporción 1:7 con arena y se le agrega agua para formar un mortero adherente.

Las bolsas de cemento llegan a la obra en camiones del proveedor, los cuales son descargados y apilados en el primer piso (zona de descarga).

Los ayudantes trasladan manualmente o en boogie las bolsas necesarias a las zonas de trabajo donde se efectúa la mezcla luego de firmar el respectivo vale de salida de almacén reportando la cantidad de material que estará utilizando.

A continuación se presentan las principales posibilidades de desperdicio analizadas para este material con el apoyo de los profesionales responsables del proyecto:

- **Perdidas por material sobrante:** Se observó que en todas las partidas de albañilería los operarios terminan el día con mortero preparado en sus bateas, el cual eliminan ya que es un material que no puede guardarse para el siguiente día. Este desperdicio es muy importante ya que contribuye a generar un gran volumen de desmonte.

*Figura N° 70 - Perdidas por Material Sobrante*



*Fuente: Imagen Propia en Obra.*

- **Perdidas por espesores adicionales:** Es una pérdida indirecta que ocurre por falta de calidad en el proceso previo de construcción de muros, los desplomes obligan a los albañiles a compensar con mayor cantidad de mezcla para lograr un alineamiento adecuado del producto final. Este desperdicio no contribuye a generar desmonte.

Figura N° 71 - Perdidas por Espesores Adicionales



Fuente: Imagen Propia en Obra.

- **Perdidas de proceso:** Durante la colocación del mortero en las distintas actividades de albañilería se aprecia que gran cantidad de mezcla cae al piso y no se recupera, siendo eliminada por la cuadrilla de limpieza al final del día, esto ocasiona una gran cantidad de desmonte.

*Figura N° 72 - Perdidas de Proceso*



*Fuente: Imagen Propia en Obra*

- **Perdidas por entregas incompletas:** Es posible que la cantidad entregada no sea la misma que se solicitó, este punto es controlado durante la colocación del material en

el primer nivel, debido a que todas tienen el mismo tamaño, el apilamiento de las bolsas en una misma distribución, y en un mismo número de capas permiten que sea posible contar detalladamente la cantidad de material entregado y revisar su estado durante la descarga.

*Figura N° 73 - Perdidas por Entregas Incompletas*



*Fuente: Imagen Propia en Obra.*

En el caso del cemento se tomó la decisión de trabajar sobre los puntos que ocasionan mayor cantidad de desmonte, es decir, el material sobrante del proceso y las pérdidas durante el proceso, de forma similar al caso del ladrillo se realizó un pequeño muestreo para evaluar la cantidad de desmonte que podría ser ocasionada por los residuos de mortero.

Se tomó el caso del tarrajeo interior y se realizaron mediciones del material sobrante al final del día, agrupándolo en plásticos y pesándolo con una balanza calibrada, luego, se divide el peso obtenido entre 1,243 Kg/m<sup>3</sup> de mortero (peso unitario calculado en base a mediciones de muestras pequeñas) y finalmente se obtiene la cantidad de mezcla desperdiciada.

Finalmente para tener un ratio más detallado se divide la cantidad de mezcla entre el área que se tarrajeo y así se calcula el desperdicio de mortero en  $m^3/m^2$ .

*Figura N° 74 - Recolección de Datos en Mortero*



Fuente: Imágenes Propias en Obra.

### **CUADRO DE DESPERDICIO EN EL CEMENTO**

Tabla N° 11 - Medición de residuos de mortero en la partida de tarrajeo de muros.

FECHA	MUESTRA	MURO			MATERIAL SOBRANTE			PORCENTAJE
		L (M)	H (M)	AREA (M2)	(KG)	(M3)	M3/M2	%
20/08/2015	1	-	AA=	6,732	32,06	0,0258	0,0038	19,16
20/08/2015	2	1,07	2,38	2,55	10,21	0,0082	0,0032	16,13
24/08/2015	3	2,18	1,15	2,51	11,21	0,0090	0,0036	17,99
24/08/2015	4	2,38	2,05	4,88	17,57	0,0141	0,0029	14,49
25/08/2015	5	0,75	1,65	1,24	6,04	0,0049	0,0039	19,63
25/08/2015	6	1,95	2,38	4,64	28,09	0,0226	0,0049	24,35

Fuente: Elaboración Propia.

### **CUADRO DE DESPERDICIO EN LA MANO DE OBRA.**

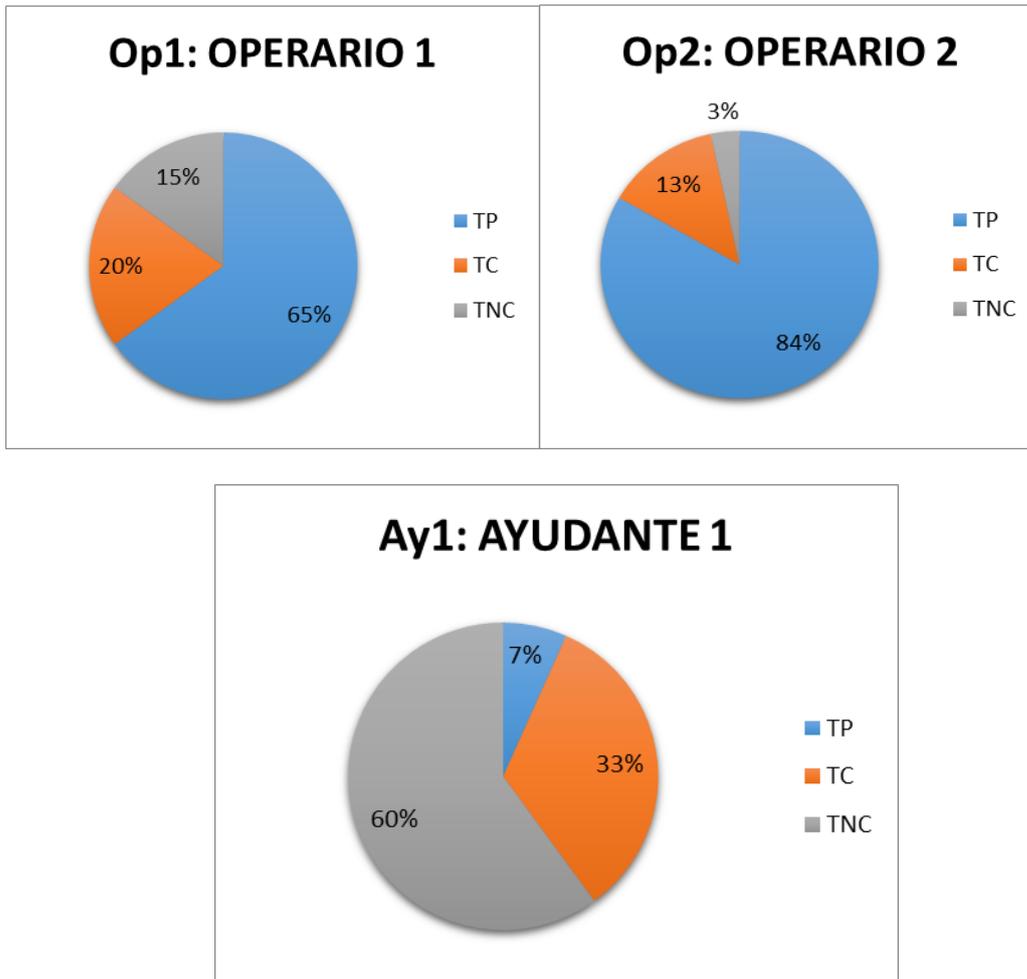
La función de cada trabajador consistía en:

Tabla N° 12 – Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
1	PALETEO DE MEZCLA
2	TARRAJEO CON PALETA
3	TARRAJEO CON REGLA
4	ACABADO FINAL

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
11	PREPARACION DE MEZCLA
12	LLENADO DE MEZCLA EN BATEA
13	ACARREO DE MATERIAL
14	LIMPIEZA DE HERRAMIENTAS

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
21	Salidas a SSHH
22	DESCANSOS
23	COMER
24	LIMPIAR/BARRER



*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se puede observar, quien no genera producción en la partida es el ayudante, debido que notan tiempos no productivos en la actividad

### 3.2.1.2.3. Evaluación del Concreto Premezclado.

El concreto premezclado llega a la obra en mixers del proveedor, la cantidad entregada varía según el criterio del ingeniero responsable del vaciado. Para colocarlo la empresa distribuidora de concreto con la ayuda de una bomba de concreto el material es impulsado por tubos de acero hasta la zona de vaciado.

A continuación se presentan las principales causas de desperdicio de concreto en los proyectos estudiados según la evaluación previa de los profesionales de la obra.

- **Pedidos en exceso:** Muchas veces a manera de precaución los profesionales encargados del vaciado solicitan siempre un 5% de volumen adicional de concreto a

la empresa proveedora, lo cual no tendría razón de ser si se verifica previamente en obra las dimensiones y características del elemento que se va a vaciar, sin embargo esto produce pérdidas por sobrantes del proceso.

- **Residuos de proceso:** Cuando se realizan vaciados en pisos superiores las empresas suelen contratar la instalación de tuberías de acero, las cuales permiten bombear el concreto desde las zonas inferiores, sin embargo, durante el proceso de limpieza de la tubería se puede apreciar la gran cantidad de concreto que queda atrapada en toda la longitud del tubo. Adicionalmente durante el proceso de vaciado de elementos verticales es necesario realizar movimientos de la tubería, lo que produce pérdidas de material y genera demoras.
- **Pérdidas por sobreproducción:** En el caso del concreto esto ocurre con mayor énfasis durante el vaciado de cimientos debido al desprendimiento del terreno lo que ocasiona que la cantidad de material que se coloca sea mucho mayor a la proyectada inicialmente.

Con la ayuda de las Guías de Remisión podemos saber cuánto es lo solicitado para los vaciados del concreto; en un caso partícular se solicitó 3 mixer cada uno con 7 m<sup>3</sup> de concreto premezclado para el vaciado de concreto en un aligerado.

*Tabla N° 13 - Cuadro de Desperdicio en el Concreto Premezclado*

<b>Concreto Premezclado</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Pedidos</b>
Losa Aligerada en 1 Dirección	6,23	m <sup>3</sup>	7,00
Losa Aligerada en 2 Direcciones	3,65	m <sup>3</sup>	7,00
Vigas de Pórtico	8,66	m <sup>3</sup>	7,00
<b>TOTAL</b>	<b>18,54</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>21,00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

La obra compró un total de 21 m<sup>3</sup> cuando el metrado del presupuesto estimaba 19,54 m<sup>3</sup> de estructuras de concreto, es decir existió un desperdicio del orden del 11,71 %.

Este porcentaje de desperdicio es signo de la ineficiencia del proceso tal y como se desarrolló en la obra, es por esto que para el caso del concreto se tomó la decisión de trabajar sobre los pedidos excesivos y los residuos de procesos así como los desperdicios de superproducción mencionados.

#### 3.2.1.2.4. Evaluación del Concreto.

La mayor influencia y costos de material en estas partidas es el cemento, por ende el cemento es el material que tiene más costo en las partidas de concreto.

*Figura N° 75 - Evaluación del Concreto*



*Fuente: Imagen Propia en Obra*

A continuación se presentan las principales causas de desperdicio de concreto en los proyectos estudiados según la evaluación previa de los profesionales de la obra.

- **Perdidas por espesores adicionales:** Es una pérdida indirecta que ocurre por falta de calidad en el proceso previo del encofrado de los elementos, los desplomes obligan a compensar con mayor cantidad de mezcla para lograr un alineamiento adecuado del producto final. Este desperdicio no contribuye a generar desmonte.

- **Perdidas de proceso:** Esta pérdida se presenta al momento de llevar la mezcla hasta su destino ya que por el camino y en el momento del vaciado se pierde cierta cantidad de mezcla.
- **Perdidas por entregas incompletas:** Es posible que la cantidad entregada no sea la misma que se solicitó, este punto es controlado durante la colocación del material en el primer nivel, debido a que todas tienen el mismo tamaño, el apilamiento de las bolsas en una misma distribución, y en un mismo número de capas permiten que sea posible contar detalladamente la cantidad de material entregado y revisar su estado durante la descarga.

### CUADRO DE DESPERDICIO EN CONCRETO-COLUMNAS

Tabla N° 14 - Medición de la Cantidad de Materiales que se Usaban por "Tanda".

							CANTIDAD DE 1 BOLSA	
PARTIDAS	F'C =(kg/cm <sup>2</sup> )	Dosificación					Capacidad	
		RELACION	Cemento	Arena	Grava	Agua	Bolsa	m3
<b>CONCRETO</b>	<b>210</b>	<b>1:2.5:3</b>	<b>7,73</b>	<b>0,55</b>	<b>0,66</b>	<b>0,148</b>	<b>1,00</b>	<b>0,1281</b>
1ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
2ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
3ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
4ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
5ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
6ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
7ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
8ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
9ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281

10ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
11ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
12ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
13ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
14ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
15ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
16ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
17ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
18ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
19ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
20ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
<b>MORTERO</b>	<b>C:A 1:3.5</b>		<b>10,265</b>	<b>1,017</b>		<b>0,249</b>	<b>1,00</b>	<b>0,0965</b>
1ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
2ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
3ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
4ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
5ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
6ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965

*Fuente: Elaboración Propia*

En esta tabla se aprecia una mezcla llamada "Mortero"; el cual fue utilizada para las partidas de concreto, la proporción de esta mezcla es de C:A – 1:3.5.

Esta mezcla era utilizada en la base de cada columna encofrada, y se vaciaba una lata por columnas.

Tabla N° 15 - Volumen Requerido para Columnas

ELEMENTOS	Nº de Veces	Longitud	Ancho	Alto	Parcial	Total	Unidad
<b>VOLUMEN DE MEZCLA EN COLUMNAS</b>						<b>2,23</b>	<b>M3</b>
C1	2,00	0,60	0,25	2,23	0,67		
C2	1,00	1,00	0,25	2,23	0,56		
C3	1,00	0,25	0,25	2,23	0,14		
C4	1,00	0,70	0,25	2,23	0,39		
C5-A	1,00	0,60	0,25	2,23	0,33		
C5-B	1,00	0,25	0,25	2,23	0,14		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16 - Volumen de Mezcla Sobrante

ELEMENTOS	Nº de Veces	Volumen (m3)	TOTAL
LATAS	3,50	0,022	0,077

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 17 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	2,5610	M3
VOLUMEN PREPARADO PARA MORTERO	0,5787	M3
<b>TOTAL DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>3,1397</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	2,2300	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,9097</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,0770	M3
<b>TOTAL DE EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,8327</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 18 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla

SI	3,1397	-----	100%
Entonces	0,8327	-----	"X"
	"X" =	<b>26,52</b>	

Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO DE DESPERDICIO EN CONCRETO-COLUMNAS

Tabla N° 19 - Medición de la cantidad de materiales que se usaban por "Tanda".

							CANTIDAD DE 1 BOLSA	
Dosificación							Capacidad	
PARTIDAS	F'C =(kg/cm2)	RELACION	Cemento	Arena	Grava	Agua	Bolsa	m3
<b>CONCRETO</b>	<b>210</b>	<b>1:2:2</b>	<b>9,72</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	<b>0,148</b>	<b>1,00</b>	<b>0,1018</b>
1ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
2ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
3ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
4ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
5ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
6ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
7ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
8ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
9ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
10ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
11ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
12ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20 - Volumen Requerido para Columnas.

ELEMENTOS	Nº de Veces	Longitud	Ancho	Alto	Parcial	Total	Unidad
<b>VOLUMEN DE MEZCLA EN COLUMNAS</b>						<b>0,669</b>	<b>M3</b>
<b>C1</b>	2,00	0,40	0,25	2,55	0,51		
<b>C2</b>	1,00	0,25	0,25	2,55	0,16		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 21 - Volumen de Mezcla Sobrante.

ELEMENTOS	Nº de Veces	Volumen (m3)	TOTAL
<b>LATAS</b>	5,00	0,022	0,110

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 22 – Resumen del Total de Exceso de Mezcla

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	1,222	M3
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	0,669	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,5527</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,1100	M3
<b>TOTAL DEL EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,4427</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 23 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.

SI	1,2221	-----	100%
Entonces	0,44	-----	"X"
	<b>"X" =</b>	<b>36,23</b>	

Fuente: Elaboración Propia

A continuación veremos cómo influye la mano de obra en las partidas de concreto, en este caso se realizó una “Carta Balance” en la partida de Vaceado de Concreto en Columnas de Portico.

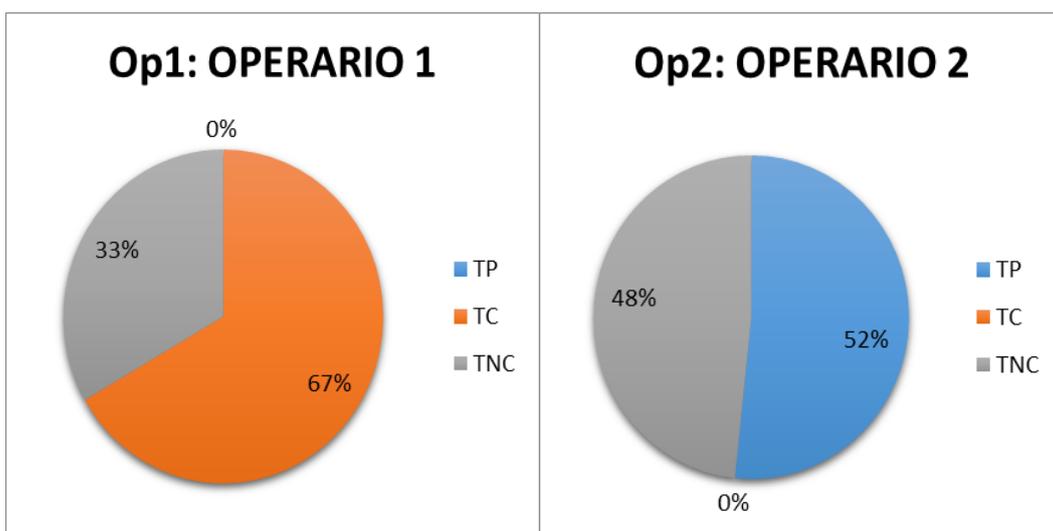
Las Funciones de cada persona consistía en:

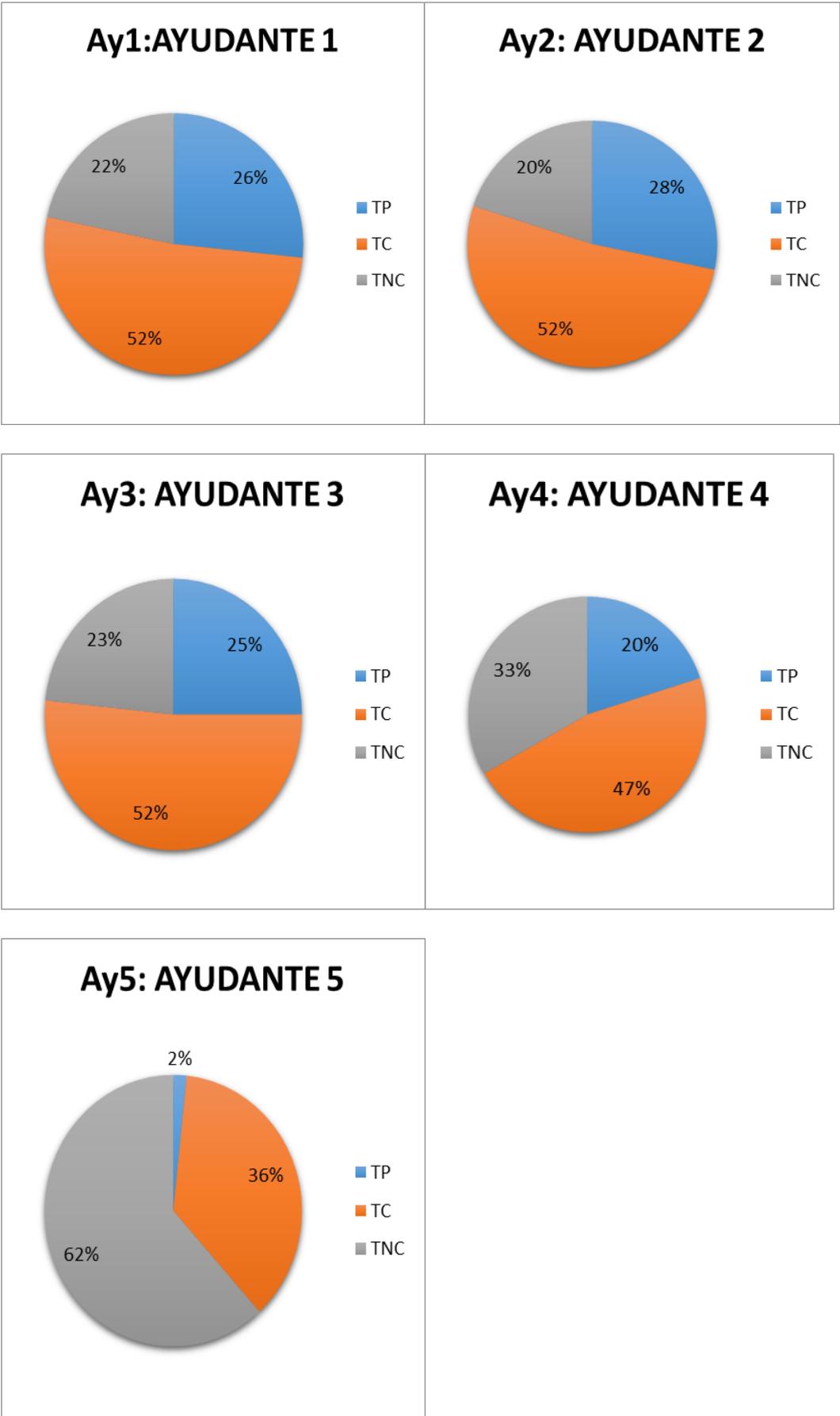
Tabla N° 24 – Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
1	VACIADO DE CONCRETO
2	VIBRADO DEL ELEMENTO

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
11	ACARREO DE MEZCLA
12	ABASTECIMIENTO DE AGREGADOS AL TROMPO
13	MANEJO DEL TROMPO

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
21	DESCANSO
22	SALIDA A SSHH
23	AYUDAR A TERCEROS
24	CONFLICTOS
25	TRAER NUEVAS HERRAMIENTAS





Fuente: Elaboración Propia.

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 SOLUCION DEL PROBLEMA

Una vez que se ha evaluado cada uno de los materiales con los que se trabajara en la presente tesis se pasó a la etapa de desarrollo de planes de intervención para realizar mejoras en los procesos, de manera que se pueda disminuir el desperdicio de estos materiales reduciendo así los costos y la cantidad de desmonte en las obras.

#### 4.1.1. Intervención en el Ladrillo:

Como ya se ha mencionado anteriormente que la principal causa de desperdicio de ladrillo es el corte de las unidades con la finalidad de obtener piezas más pequeñas que permitan rematar los muros en los extremos, esta situación se repite al inicio y al final de cada hilada.

Frente a esta situación se planteó la posibilidad de buscar la manera de cortar las unidades de albañilería de forma más industrializada, obteniendo dos piezas que pudieran utilizarse posteriormente en los extremos de los tabiques sin desperdiciar ninguna parte de la unidad.

*Figura N° 76 - Intervención en el Ladrillo*





*Fuente: Imagen Propia en Obra.*

Lo que nos resultó eficiente fue asignarle al ayudante una nueva tarea, el cual consta en dedicarse al cortado de los ladrillos con una Amoladora, con la finalidad de tener piezas útiles y evitar el desperdicio en estos cortes.

Con la introducción de esta Amoladora en el asentado de ladrillos, fue necesario replantear los trabajos de cada miembro de la cuadrilla, la actividad de corte de ladrillos ya no era realizada por cada operario mientras que colocaba las unidades en el muro sino que se centralizaba en un ayudante, quien se encargaba de cortar, organizar y distribuir los pedazos de unidad de ladrillo según eran solicitadas por los operarios. Al haber menor cantidad de residuos que limpiar los ayudantes se daban suficiente abasto para cortar las unidades y transportar los materiales que requerían los operarios, así como armar y desarmar plataformas.

Los operarios a su vez podían asentar mayor cantidad de unidades sin necesidad de estar deteniendo su ritmo constantemente para romper piezas de ladrillo lo que resulto beneficioso para la productividad de la mano de obra como se puede apreciar en las mediciones que se realizaron durante la implementación de esta Amoladora para el Ayudante.

### **NUEVOS CUADROS DE DESPERDICIO EN LA MANO DE OBRA DEL LADRILLO**

#### **Cartas Balance de cada Cuadrilla:**

*Tabla Nº 25 – Cuadros de Desperdicio en la Mano de Obra*

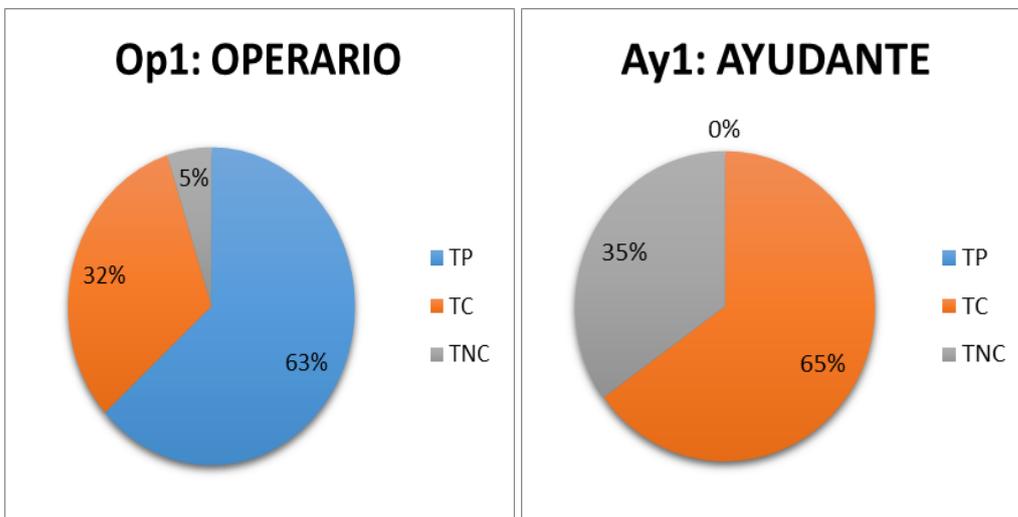
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
1	ASENTADO DE LADRILLO
2	COLOCACION DE MORTERO
3	COLOCACION DE MECHAS

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
11	PLOMADA
12	NIVELACION
13	ROTURA DEL LADRILLO
14	ARMADO DE ANDAMIOS

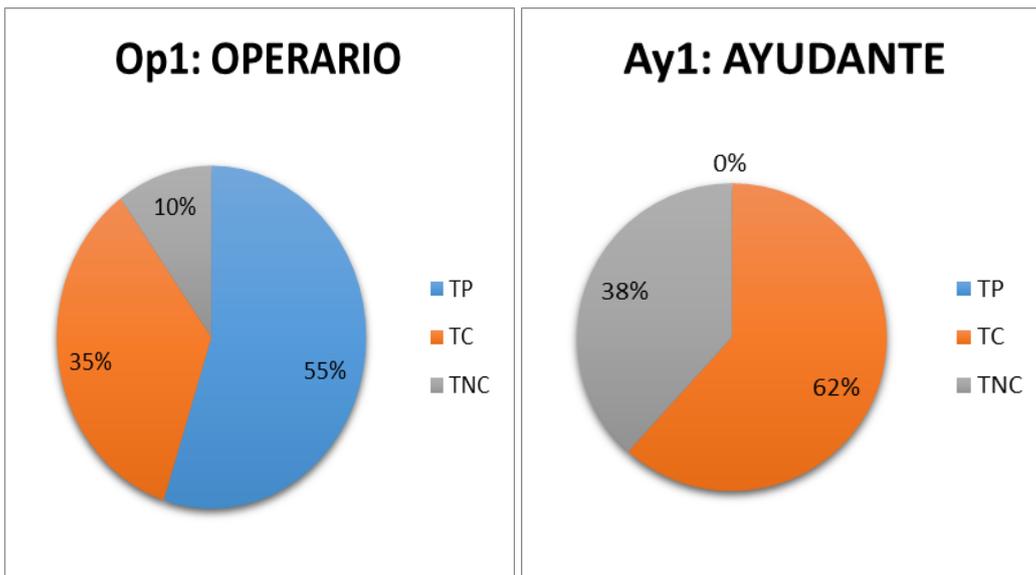
15	PREPARACION DE MEZCLA
16	ACARREO DE MATERIALES
17	MOJADO DEL LADRILLO

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	
21	SALIDA A SSHH
22	TRAER NUEVAS HERRAMIENTAS
23	LIMPIEZA
24	DESCANSO
25	AYUDAR A OTRO PERSONAL

**Cuadro (A)**



**Cuadro (B)**



Fuente: Elaboración Propia.

Básicamente la mejora se debe a que los operarios incrementaron su trabajo productivo (mayor cantidad de tiempo asentando ladrillos) y traspasaron su trabajo contributivo (corte de ladrillos) a los ayudantes, quienes a su vez reemplazaron trabajo no productivo con trabajo contributivo:

Del mismo modo se apreciaron mejoras en cuanto a la disminución del desperdicio, luego de implementar el uso de la Amoladora; se volvieron a realizar inspecciones de campo para verificar la cantidad de residuos generados en los procesos de asentado de ladrillo, observando considerables mejoras como se puede apreciar en la siguiente tabla:

*Tabla N ° 26 - Nuevos Cuadros de Desperdicio en el Ladrillo*

**Cuadro (A):**

<b>CUADRO CONSOLIDADO DE DATOS</b>		<b>Und</b>
Ladrillos Enteros Consumidos	144	und
Ladrillos Partidos Usados	21	und
Ladrillos Partidos Consumidos	23	und
Total de Ladrillos Consumidos	167	und
Total de Ladrillos Usados	165	und
<b>Desperdicio</b>	<b>1,20%</b>	<b>%</b>
Area del Muro	4,12	m2
Ladrillos Consumidos/m2	40,53	und
Ladrillos Colocados/m2	40,05	und

**Cuadro (B):**

<b>CUADRO CONSOLIDADO DE DATOS</b>		<b>Und</b>
Ladrillos Enteros Consumidos	223	und
Ladrillos Partidos Usados	29	und
Ladrillos Partidos Consumidos	31	und
Total de Ladrillos Consumidos	254	und
Total de Ladrillos Usados	252	und
<b>Desperdicio</b>	<b>0,79%</b>	<b>%</b>
Area del Muro	6,26	m2
Ladrillos Consumidos/m2	40,58	und
Ladrillos Colocados/m2	40,26	und

### Cuadro (C):

<b>CUADRO CONSOLIDADO DE DATOS</b>		<b>Und</b>
Ladrillos Enteros Consumidos	99	und
Ladrillos Partidos Usados	14	und
Ladrillos Partidos Consumidos	15	und
Total de Ladrillos Consumidos	114	und
Total de Ladrillos Usados	113	und
<b>Desperdicio</b>	<b>0,88</b>	<b>%</b>
Area del Muro	2,89	m2
Ladrillos Consumidos/m2	39,45	und
Ladrillos Colocados/m2	39,10	und

*Fuente: Elaboración Propia*

Es decir, al cortar las unidades de ladrillo en lugar de romperlas se reducen prácticamente todos los residuos de proceso generados por la actividad. Aun se puede apreciar la generación de un porcentaje mucho menor de desperdicio debido a la existencia de tuberías que obligan a los operarios a romper algunos ladrillos para permitirles el pase.

Adicionalmente a esta modificación del proceso de asentado de ladrillo durante la ejecución del proyecto se tomaron medidas de gestión tales como:

- Restringir la cantidad de unidades transportadas al área de trabajo a las mínimas necesarias y regresar a la zona de almacenamiento original las pocas piezas sobrantes al final de la jornada de tal manera que no quedaran piezas abandonadas cuando la cuadrilla concluya su labor en un determinado ambiente.

#### **4.1.2. Intervención para el Mortero.**

El mortero es también uno de los materiales que genera la mayor cantidad de desmonte en las obras de construcción como ya se ha mencionado anteriormente, principalmente debido a:

- Residuos de material que se generan durante el proceso de colocación de la mezcla.
- Sobrantes de la preparación diaria de mortero.

- Mezcla propia que cae y no es utilizada, y al final de la jornada es llevada al desmonte.

Precisamente frente a estos residuos se planteó un modelo para evitar el desperdicio de la mezcla, generando así ahorros y disminuyendo el volumen de material a eliminarse.

Se implementó una manta puesta en las tablas del andamio con la intención de tarrajear el cielorraso y así toda la mezcla que cae por gravedad quede acumulada en dicha manta.

Luego de acumular bastante mezcla, con ayuda del ayudante de obra se sostiene la manta y se intenta acumular todo el tarrajeo con la intención de recoger toda la mezcla y volver a utilizar esta mezcla en lugares donde aún faltan tarrajear.

*Figura N° 77 - Intervención para el Mortero*







*Fuente: Imagen Propia de Obra.*

En cuanto al material de mortero sobrante y aún fresco al final del día, debido a la preparación excesiva de los operarios, se recurrió a una antigua metodología de trabajo de la albañilería, el forjado de los muros.

- Se les solicitó a todos los albañiles que antes de terminar el día colocaran todo el material que les sobraba en los muros, pero solo como forjado, es decir pañeteado y preparado para darle el acabado con regla al día siguiente.
  - Esta actividad se realizaba en los muros y zonas del cielorraso que la cuadrilla había marcado.

*Tabla N° 27 - Nuevo Cuadro de Desperdicio en el Cemento*

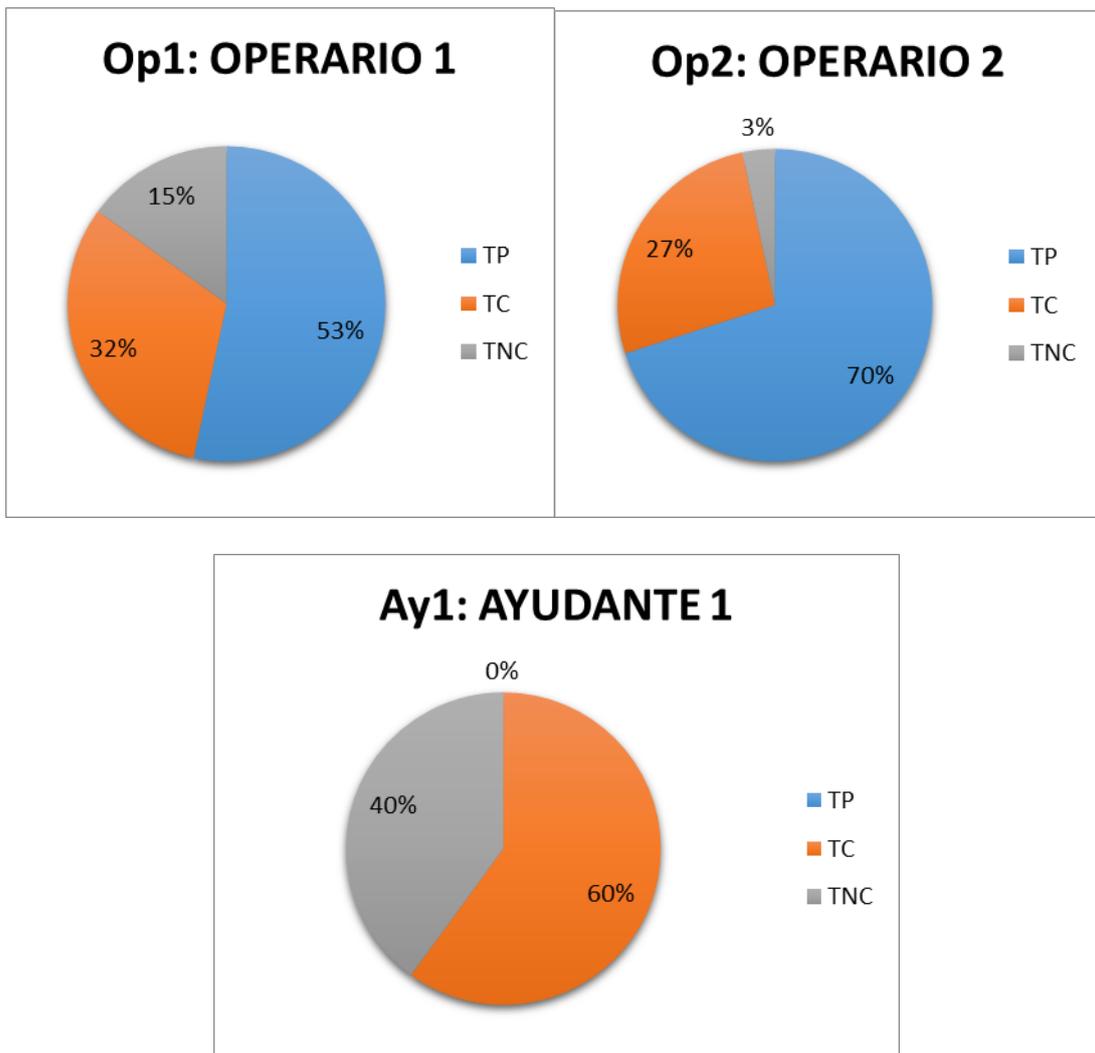
MUESTRA	MURO/CIELORRASO			MATERIAL SOBRANTE			PORCENTAJE
	L (M)	H (M)	AREA (M2)	(KG)	(M3)	M3/M2	%
1	2,58	2,17	5,60	9,02	0,0073	0,0013	6,48
2	-	AA=	5,36	10,68	0,0086	0,0016	8,02
3	2,45	2,19	5,37	7,70	0,0062	0,0012	5,77
4	1,93	2,41	4,65	5,13	0,0041	0,0009	4,44
5	0,58	1,98	1,15	0,87	0,0007	0,0006	3,05
6	-	AA=	6,43	7,80	0,0063	0,0010	4,88

*Fuente: Elaboración Propia*

Cabe resaltar que aun existían ciertos desperdicios, los cuales eran inevitables, porque la mezcla del tarrajeo caía por gravedad y queda adherida a la manta, entonces al final de la jornada teníamos mezcla pegada a la manta, mezcla que era muy difícil de recoger, por tal motivo figura dicho desperdicio en el tarrajeo.

Tabla N° 28 - Nuevo Cuadro de Desperdicio en la Mano de Obra Para el Cemento

Cuadro de Carta Balance en las Partidas de Tarrajeo



Fuente: Elaboración Propia.

Con la introducción de esta manta en los andamios permite que el ayudante cambie aquellos trabajos no contributorios por trabajos contributorio, ya que tuvo una nueva función el cual fue recolectar toda la mezcla que caía por gravedad.

#### **4.1.3. Intervención para el Concreto.**

Como ya habíamos mencionado antes el material desperdiciado en el concreto se debe a:

- **Perdidas por espesores adicionales:** Es una pérdida indirecta que ocurre por falta de calidad en el proceso previo del encofrado de los elementos, los desplomes obligan a compensar con mayor cantidad de mezcla para lograr un alineamiento adecuado del producto final. Este desperdicio no contribuye a generar desmonte.
- **Perdidas de proceso:** Esta pérdida se presenta al momento de llevar la mezcla hasta su destino ya que por el camino y en el momento del vaceado se pierde cierta cantidad de mezcla.
- **Perdidas por entregas incompletas:** Es posible que la cantidad entregada no sea la misma que se solicitó, este punto es controlado durante la colocación del material en el primer nivel, debido a que todas tienen el mismo tamaño, el apilamiento de las bolsas en una misma distribución, y en un mismo número de capas permiten que sea posible contar detalladamente la cantidad de material entregado y revisar su estado durante la descarga.

Frente a estos factores, cabe realizar una supervisión minuciosa a cada observación hecha, la intervención en esta fase se centralizaba en realizar una revisión de los encofrados, en el cual evitemos aquellos espesores adicionales, ya que a mayor espesor producirá mayor mezcla en los elementos.

Otro punto relevante se basó en una revisión de aquellos obstáculos que se interponen en el camino de los trabajadores, entonces se hizo una limpieza del área donde se trabajará y a la vez la revisión de los instrumentos y maquinas que se utilizarán en dicha partida, para evitar cualquier inconveniente durante el proceso de ejecución laboral, en estos casos se revisó que el winche este en perfecto estado.

Figura N° 78 - Intervención para el Concreto



Fuente: Imagen Propia en Obra.

### **NUEVO CUADRO DE DESPERDICIO PARA EL CONCRETO - COLUMNAS**

Tabla N° 29 - Medición de la cantidad de materiales que se usaban por "Tanda".

PARTIDAS	F'C =(kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION	Dosificación				CANTIDAD DE 1 BOLSA	
			Cemento	Arena	Grava	Agua	Rendimiento	
							Bolsa	m3
<b>CONCRETO</b>	<b>210</b>	<b>1:2:2</b>	<b>9,72</b>	<b>0,55</b>	<b>0,55</b>	<b>0,148</b>	<b>1,00</b>	<b>0,1018</b>
1ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
2ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
3ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
4ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
5ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
6ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
7ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
8ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
9ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018

10ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
11ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
12ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
13ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
14ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
15ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
16ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
17ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
18ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
19ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
20ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
21ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
22ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
23ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
24ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018
25ª Tanda	210	1:2:2	9,72	0,55	0,55	0,186	1,00	0,1018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 30 - Volumen Requerido para Columnas.

ELEMENTOS	Nº de Veces	Longitud	Ancho	Alto	Parcial	Total	Unidad
<b>VOLUMEN DE MEZCLA EN COLUMNAS</b>						<b>2,199</b>	<b>M3</b>
<b>C1</b>	5,00	0,40	0,25	2,55	1,28		
<b>C2</b>	4,00	0,25	0,25	2,55	0,64		
<b>C3</b>	3,00	0,15	0,25	2,55	0,29		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31 - Volumen de Mezcla Sobrante

<b>VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE</b>			
<b>ELEMENTOS</b>	<b>Nº de Veces</b>	<b>Volumen (m3)</b>	<b>TOTAL</b>
<b>LATAS</b>	4,50	0,022	0,099

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	2,546	M3
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	2,199	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,3466</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,0990	M3
<b>TOTAL DEL EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,2476</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 33 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.

SI	2,5460	-----	100%
Entonces	0,25	-----	"X"
	<b>"X" =</b>	<b>9,73</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar aún tenemos un pequeño desperdicio; esta diferencia se debe a aquellas perdidas en los procesos (rotura de bolsas de cemento, mezcla que cae al suelo, malos vaceados en los elementos), y también a algunos espesores adicionales que eran inevitables en el encofrado (encofrados perdidos).

No quedando satisfechos con este resultado ya que no se realizó la supervisión necesaria de aquellos factores que influyen en el desperdicio de esta partida, realizamos otra supervisión, pero esta vez teniendo en cuenta los factores que pueden ocasionar desperdicios.

## NUEVO CUADRO DE DESPERDICIO PARA EL CONCRETO - COLUMNAS

*Tabla N° 34 - Medición de la cantidad de materiales que se usaban por "Tanda".*

							CANTIDAD DE 1 BOLSA	
Dosificación Teórica							Rendimiento Teórico	
PARTIDAS	F'C =(kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION	Cemento	Arena	Grava	Agua	Bolsa	m3
<b>CONCRETO</b>	<b>210</b>	<b>1:2.5:3</b>	<b>7,73</b>	<b>0,55</b>	<b>0,66</b>	<b>0,148</b>	<b>1,00</b>	<b>0,1281</b>
1ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
2ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
3ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
4ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
5ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
6ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
7ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
8ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
9ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
10ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
11ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
12ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
13ª Tanda	210	1:2.5:3	7,73	0,55	0,66	0,148	1,00	0,1281
<b>MORTERO</b>	<b>C:A 1:3.5</b>		<b>10,265</b>	<b>1,017</b>		<b>0,249</b>	<b>1,00</b>	<b>0,0965</b>
1ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
2ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965
3ª Tanda	C:A 1:3.5	C:A 1:3.5	10,265	1,017		0,249	1,00	0,0965

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla N° 35 - Volumen Requerido para Columnas.

ELEMENTOS	Nº de Veces	Longitud	Ancho	Alto	Parcial	Total	Unidad
<b>VOLUMEN DE MEZCLA EN COLUMNAS</b>						<b>1,81</b>	<b>M3</b>
<b>C1</b>	1,00	0,60	0,25	2,23	0,33		
<b>C2</b>	1,00	1,00	0,25	2,23	0,56		
<b>C4</b>	2,00	0,70	0,25	2,23	0,78		
<b>C5-B</b>	1,00	0,25	0,25	2,23	0,14		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 36 - Volumen de Mezcla Sobrante

ELEMENTOS	Nº de Veces	Volumen (m3)	TOTAL
<b>VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE</b>			
<b>LATAS</b>	3,00	0,022	0,066

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 37 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	1,6647	M3
VOLUMEN PREPARADO PARA MORTERO	0,2894	M3
<b>TOTAL DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>1,9540</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	1,8119	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,1421</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,0660	M3
<b>TOTAL DE EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,0761</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 38 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla.

SI	1,9540	-----	100%
Entonces	0,0761	-----	"X"
	<b>"X" =</b>	<b>3,90</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Para este caso nos resultó más factible la supervisión y se puede apreciar con el resultado obtenido, esto debido que se realizó el llenado de pocas columnas.

Puntos de la supervisión.

- Evitar los desperdicios en los procesos.
- Calidad del cemento (Bolsas en buen estado).
- Evitar los espesores adicionales en los encofrados.
- Limpieza del acarreo de la mezcla.

Existe un desperdicio el cual es mínimo y esto se debe mayormente a la pérdida de la mezcla en los procesos de ejecución.

#### **4.1.4. Intervención para el Concreto Premezclado**

En este caso las primeras sospechas se basaron en:

- **Pedidos en exceso:** Muchas veces a manera de precaución los profesionales encargados del vaciado solicitan siempre un 5% de volumen adicional de concreto a la empresa proveedora, lo cual no tendría razón de ser si se verifica previamente en obra las dimensiones y características del elemento que se va a vaciar, sin embargo esto produce pérdidas por sobrantes del proceso.
- **Residuos de proceso:** Cuando se realizan vaciados en pisos superiores las empresas suelen contratar la instalación de tuberías de acero, las cuales permiten bombear el concreto desde las zonas inferiores, sin embargo, durante el proceso de limpieza de la tubería se puede apreciar la gran cantidad de concreto que queda atrapada en toda la longitud del tubo. Adicionalmente durante el proceso de vaciado de elementos verticales es necesario realizar movimientos de la tubería, lo que produce pérdidas de material y genera demoras.

- **Perdidas por sobreproducción:** En el caso del concreto esto ocurre con mayor énfasis durante el vaciado de cimientos debido al desprendimiento del terreno lo que ocasiona que la cantidad de material que se coloca sea mucho mayor a la proyectada inicialmente.

Entonces decidimos enfocarnos a evitar los pedidos en exceso, por que cabe la posibilidad en pedir demasiado material y al final del vaciado sobra mezcla del concreto utilizándolo en otras partidas y posiblemente botar dicha mezcla, siendo esta un desperdicio.

Decidimos recurrir al encargado de pedir el concreto premezclado, preguntando de qué manera hacen sus pedidos del concreto; luego revisamos sus metrados y presupuestos y nos percatamos que sus metrados lo tienen de una manera desordenada y no muy bien elaborada.

Luego realizamos un nuevo metrado ordenado de los elementos que se vaceará, para ver cuánto de material pedimos en obra, y nos damos cuenta que a través de los nuevos metrados coincidimos con el pedido del material, y el material sobrante puede ser utilizado en la escalera y algún otro elemento estructural que se tiene encofrado por si tenemos un exceso de mezcla sobrante; el cálculo fue el siguiente.

*Tabla Nº 39 - Nuevo Cuadro de Desperdicio para el Concreto Premezclado*

<b>Aligerado</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Losa Aligerada en 1 Dirección	6,65	m3	7
Losa Aligerada en 2 Direcciones	3,89	m3	7
Vigas de Pórtico	9,00	m3	7
<b>TOTAL</b>	<b>19,54</b>	<b>m3</b>	<b>21</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

El porcentaje de mezcla sobrante es de 6,95% el cual representa 1,46 m<sup>3</sup>, dicha mezcla se tiene en cuenta para utilizarla en algún elemento estructural ya encofrado.

De esta manera podemos darnos cuenta que un buen metrado influye de manera considerable en los pedidos por que con el material sobrante podemos ver qué cantidad de

mezcla se puede aprovechar en otros elementos estructurales y así evitar el desperdicio en las partidas de concreto premezclado.

## **4.2. COMPARACION DE RESULTADOS**

### **4.2.1. Evaluación del Ladrillo.**

A continuación se muestra un cuadro resumen del desperdicio del ladrillo antes y después de hacer las investigaciones de solución; también se muestra la influencia de la mano de obra en cada partida analizada.

*Tabla N° 40 - Cuadros con Porcentajes de Desperdicio*

MATERIALES EVALUADOS		DESPERDICIO	MANO DE OBRA					
			OPERARIO 1			AYUDANTE 1		
EVALUACION DEL LADRILLO		%	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
DESPERDICIO CUADRO (A)		7,23	45	40	15	0	33	67
DESPERDICIO CUADRO (B)		7,21	55	38	7	0	28	72
<b>NUEVOS RESULTADOS</b>			<b>NUEVOS RESULTADOS</b>					
EVALUACION DEL LADRILLO		%	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
DESPERDICIO CUADRO (A)		1,20	63	32	5	0	65	35
DESPERDICIO CUADRO (B)		0,79	55	35	10	0	62	38
DESPERDICIO CUADRO (C)		0,88	-	-		-	-	-

*Fuente: Elaboración Propia*

De estos datos podemos observar cómo hemos minimizado notablemente el porcentaje de desperdicio en las partidas del asentado del muro de albañilería; y también como hemos mejorado en la mano de obra; sobre todo en el Trabajo Contributorio por parte del Ayudante.

#### 4.2.2. Evaluación del Mortero.

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de las partidas de mortero, antes y después de hacer las investigaciones de solución; así también como la mano de obra que está ligada con estas partidas.

Tabla N 41 – Cuadros con Porcentaje de Desperdicio

MATERIALES EVALUADOS	DESPERDICIO	MANO DE OBRA								
		OPERARIO 1			OPERARIO 2			AYUDANTE 1		
EVALUACION DEL CEMENTO-TARRAJEO	%	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
MUESTRA 1	19,16	65	20	15	84	13	3	7	33	60
MUESTRA 2	16,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 3	17,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 4	14,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 5	19,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 6	24,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>NUEVOS RESULTADOS</b>		<b>NUEVOS RESULTADOS</b>								
MUESTRA 1	6,48	53	32	15	70	27	3	0	60	40
MUESTRA 2	8,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 3	5,77	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 4	4,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 5	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MUESTRA 6	4,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

En estos datos podemos notar la gran diferencia de desperdicio que hemos minimizado; esto es bueno ya que minimizamos el volumen de desmonte a eliminar, causando de esta forma un ahorro para la empresa constructora.

De igual manera logramos aumentar el Trabajo Contributivo y disminuir el Trabajo No Contributivo por parte del Ayudante, minimizando de esta forma el desperdicio en la mano de obra.

### 4.2.3. Evaluación en el Concreto

En el siguiente cuadro mostramos un resumen de los desperdicios calculados en las partidas de concreto en columnas y placas.

Tabla N° 42 - Cuadros con Porcentajes de Desperdicio

MATERIALES EVALUADOS	DESPERDICIO
<b>EVALUACION DE LA MEZCLA EN CONCRETO</b>	<b>%</b>
MUESTRA "A"	26,52
MUESTRA "B"	36,23
<b>NUEVOS RESULTADOS</b>	
MUESTRA "A"	9,73
MUESTRA "B"	3,90

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar una disminución del desperdicio; cabe resaltar que aprovechamos todos los materiales usados en la dosificación especificada por los planos.

Tabla N° 43 - Cuadros con Porcentajes de Desperdicio

MANO DE OBRA																				
OPERARIO 1			OPERARIO 2			AYUDANTE 1			AYUDANTE 2			AYUDANTE 3			AYUDANTE 4			AYUDANTE 5		
TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC	TP	TC	TNC
	67	33	52	-	48	26	52	22	28	52	20	25	52	23	20	47	33	2	36	62
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>NUEVOS RESULTADOS</b>																				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.4. Evaluación en el Concreto Premezclado

El siguiente cuadro representa un pequeño análisis con las Guías de Remisión pedidas por la Empresa Constructora.

*Tabla N° 44 - Cuadros con Porcentajes de Desperdicio*

<b>CONCRETO PREMEZCLADO</b>	<b>DESPERDICIO</b>
<b>ELEMENTO</b>	<b>%</b>
ALIGERADO	11,71
<b>NUEVOS RESULTADOS</b>	
ALIGERADO	6,95

*Fuente: Elaboración Propia*

Figura N° 79 – Cuadro de Restricciones que Causan Desperdicio en las Obras de Construcción Civil

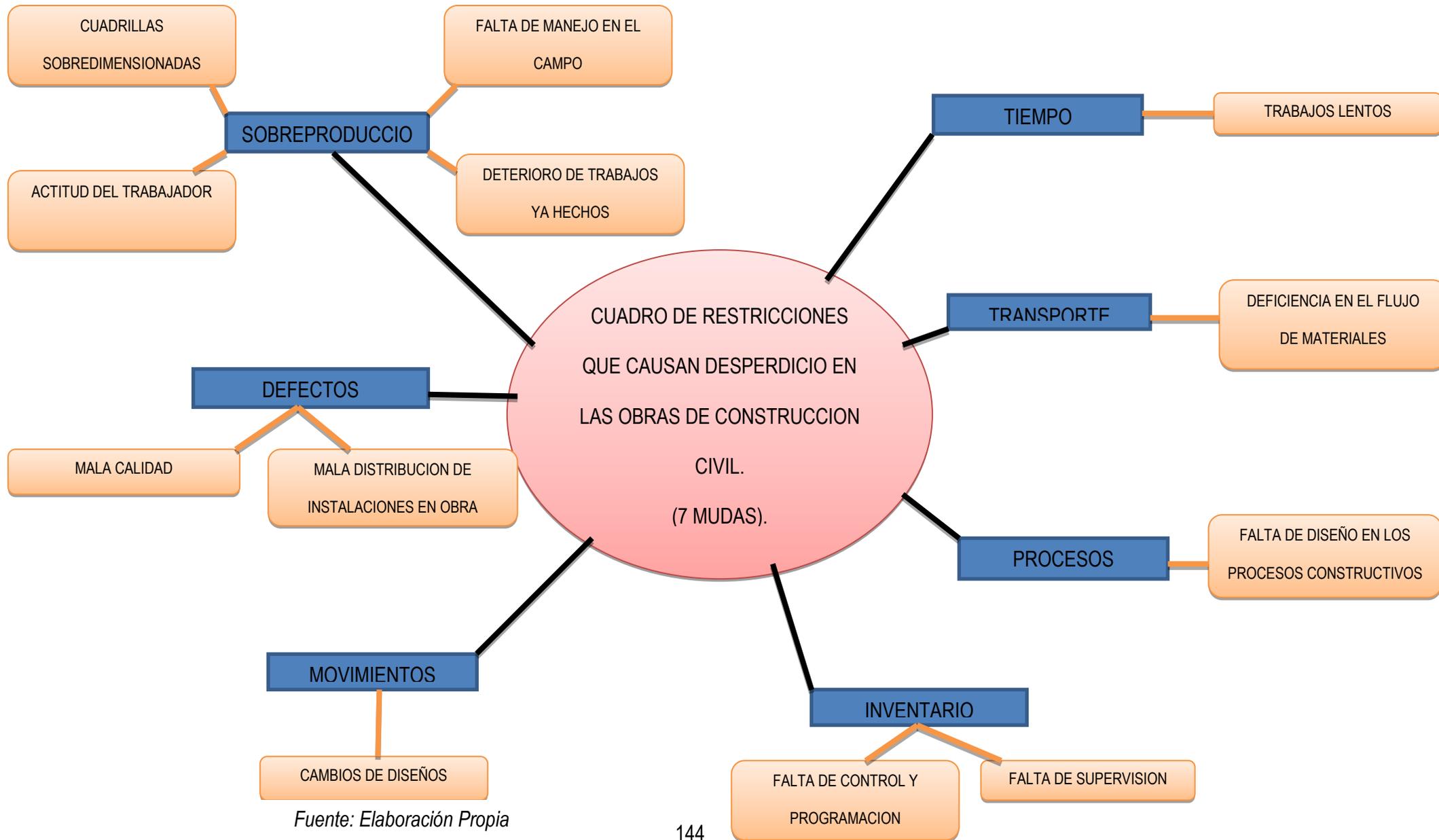
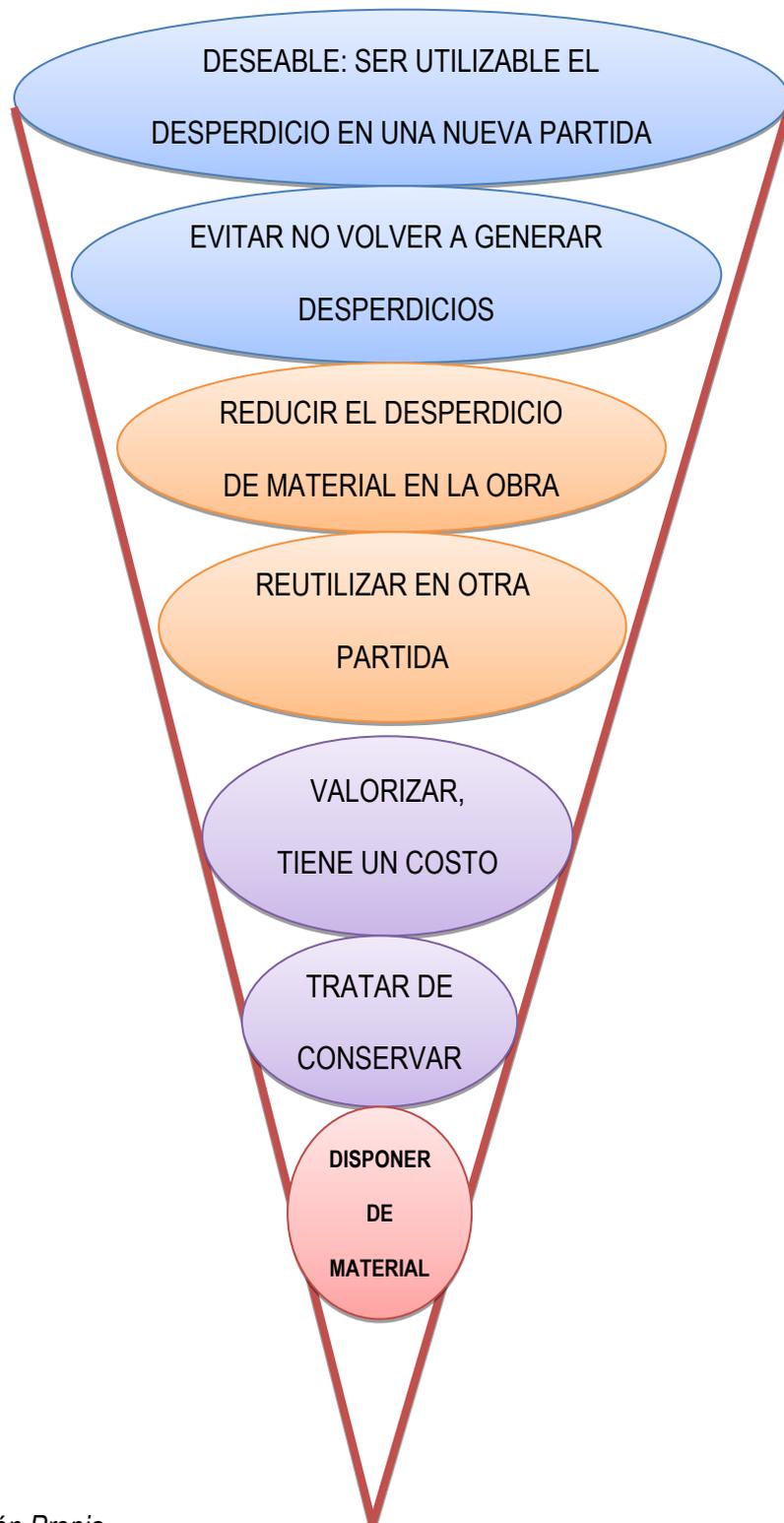


Figura N° 80 - Grafico Del Cono De Jerarquía De Disposición De Los Residuos



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 81 - Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Concreto-7 Mudas

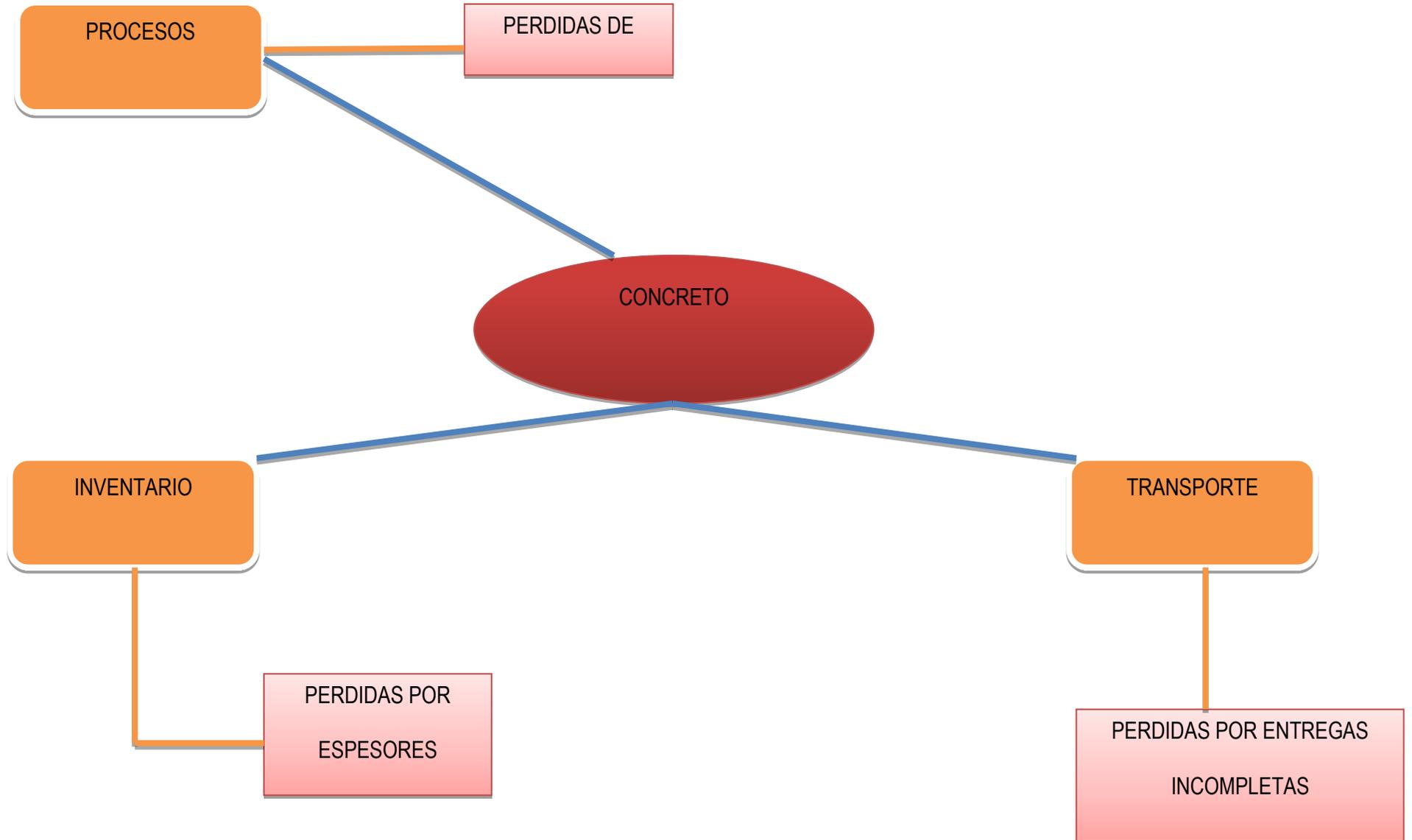
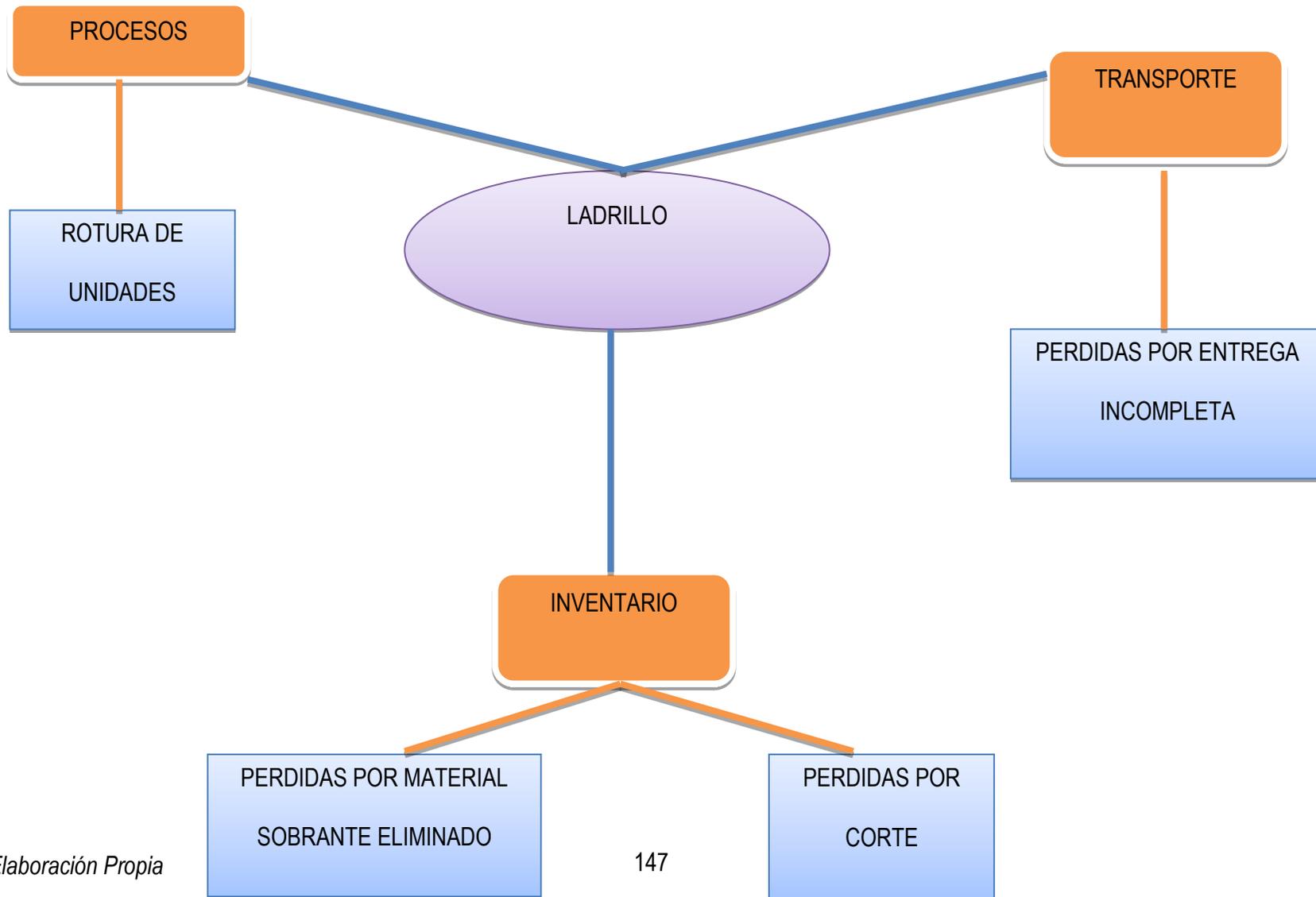


Figura N° 82 - Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Ladrillo-7 Mudas



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 83 - Esquema De Los Tipos De Desperdicio En El Concreto Premezclado -7 Mudas



Fuente: Elaboración Propia

CUADROS DE METRICAS DE DESPERDICIO DE MATERIALES EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO – COLUMNAS ANTES DE LA INTERVENCION.

Tabla N° 45 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	1,222	M3
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	0,669	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,5527</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,11	M3
<b>TOTAL DEL EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,4427</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 46 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

SI	1,2221	-----	100%
Entonces	0,44	-----	"X"
	"X" =	<b>36,23</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 47 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	2,561	M3
VOLUMEN PREPARADO PARA MORTERO	0,5787	M3
<b>TOTAL DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>3,1397</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	2,23	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,9097</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,077	M3
<b>TOTAL DE EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,8327</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 48 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla antes de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

SI	3,1397	-----	100%
Entonces	0,8327	-----	"X"
	"X" =	<b>26,52</b>	

Fuente: Elaboración Propia

CUADROS DE METRICAS DE DESPERDICIO DE MATERIALES EN PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO – COLUMNAS DESPUES DE LA INTERVENCION.

Tabla N° 49 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	2,546	M3
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	2,199	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,3466</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,099	M3
<b>TOTAL DEL EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,2476</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 50 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

SI	2,546	-----	100%
Entonces	0,25	-----	"X"
	"X" =	<b>9,73</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 51 - Resumen del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
VOLUMEN PREPARADO PARA COLUMNA	1,6647	M3
VOLUMEN PREPARADO PARA MORTERO	0,2894	M3
<b>TOTAL DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>1,954</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN REQUERIDO PARA COLUMNAS	1,8119	M3
<b>EXCESO DE MEZCLA PREPARADA</b>	<b>0,1421</b>	<b>M3</b>
VOLUMEN DE MEZCLA SOBRANTE (UTILIZADA)	0,066	M3
<b>TOTAL DE EXCESO DE MEZCLA</b>	<b>0,0761</b>	<b>M3</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla Nº 52 - Calculo del Porcentaje (%) del Total de Exceso de Mezcla después de la Intervención en la Partida de Concreto en Columnas

SI	1,954	-----	100%
Entonces	0,0761	-----	"X"
	<b>"X" =</b>	<b>3,9</b>	

Fuente: Elaboración Propia

## V. CONCLUSIONES

Una vez realizada la comparación de Resultados, tenemos las siguientes conclusiones:

- El factor que influye con mayor frecuencia en los desperdicios de materiales en obras de construcción civil, en el Distrito de Víctor Larco Herrera en la Ciudad de Trujillo según las encuestas realizadas a las personas capacitadas en este tema; es el “Bajo Control de la Calidad de Procesos Constructivos”
- El factor: “Bajo Control de la Calidad de Procesos Constructivos”, se obtiene de la encuesta que el 100% de las personas que operan en el rubro de la construcción, opina que el desperdicio de materiales, recae principalmente en este factor mencionado.
- Los Cuadros de Desperdicio de cada partida estudiada son de mucha importancia en la ejecución de los procesos constructivos, porque a través de datos obtenidos en el campo podemos ver cuales son las partidas que ocasionan mayor desperdicio. Por lo tanto ese desperdicio genera desmonte del material desperdiciado, ocasionando un gasto adicional en obra, por ello estos cuadros permiten ver en que partidas nosotros tenemos que tener más control en el proceso constructivo.
- Los Cuadros con Porcentajes de Desperdicios en las Partidas Estudiadas, son importantes ya que permiten darnos cuenta que partidas son las que generan un gran volumen del material desperdiciado, por ende nos ayuda a especular una mejor planificación y control de la calidad de las partidas que se realizará.
- El Cuadro de las Restricciones que influyen en los desperdicios de materiales, es una herramienta muy necesaria para comenzar con la ejecución de las partidas, porque este cuadro nos presenta de manera general las principales causas que generan desperdicio en la ejecución de las partidas, y de esta manera el Ingeniero Residente, Contratista o Capataz pueden evadir de manera anticipada el desperdicio del material

y a la vez evadir problemas que se podrían generar en la ejecución de los procesos constructivos.

- El esquema de los Tipos de Desperdicios-7Mudas, nos permite ver de manera general las diferentes causas, que nos generar desperdicios en las partidas a ejecutarse en el proceso constructivo.
- El esquema del Cono de Jerarquía de Disposición de los Residuos, sirve para el Ingeniero Residente o Contratista, porque este método nos dice de manera general como podemos reciclar el material desperdiciado en obra, y de alguna manera reutilizarlos en otras partidas que vamos a ejecutar durante el proceso constructivo.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa constructora implemente la modalidad que hemos aplicado en la investigación, y así tendrá menos volumen de desmonte por cada semana.
- Se recomienda ver los Cuadros de Restricciones antes de comenzar cada partida, y así podrá evadir y evitar desperdicios en los procesos constructivos.
- Se recomienda que en cada partida que se realizará en la jornada laboral, se observe los Cuadros de Desperdicio de Cada Partida, y así el encargado ya sea el Residente de Obra o el Contratista implemente alguna solución para evitar el exceso de desperdicio en cada partida ejecutada.
- Se recomienda ver el Cuadro de Porcentajes de Desperdicio, para que el encargado de obra tenga una noción del porcentaje desperdiciado en cada material, y así pueda disminuir el volumen en los desmontes y pueda minimizar costos.

## VII. GLOSARIO DE TERMINOS

- **Cielorraso** : techo interior
- **Columnas:**

Elemento arquitectónico de soporte, rígido, más alto que ancho y normalmente cilíndrico o poligonal que sirve para soportar la estructura horizontal de un edificio, un arco u otra construcción.
- **Concreto Premezclado:**

El concreto es el material resultante de la mezcla de cemento, agregados (piedra y arena), agua y aditivos. La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado, comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.
- **Mortero:** Mezcla de diversos materiales, como cal o cemento, arena y agua, que se usa en la construcción para fijar ladrillos y cubrir paredes.
- **7 Mudass:** Los MUDA, término japonés que significa "inutilidad; ociosidad; superfluo; residuos; despilfarro", son 7 conceptos que se aplicaron inicialmente por el ingeniero Taiichi Ohno, autor del archiconocido just in time el Sistema de producción de Toyota.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Galarza Meza, M. P. (2012). Desperdicio de Materiales en Obras de Construcción Civil: Métodos de Medición y Control. (Tesis inédita de Titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- ✓ Gregorio Menéndez (2014). Artículos PrevenBlog. LOS 7 Mudas: ¿Sabes cuáles son los 7 desperdicios de las Empresas?, 5 (2), 1-8.
- ✓ Guzmán Marquina, C. (2014). Lean Construction – Colegio de Ingenieros del Perú. Lean Construction – Mejoramiento de la Productividad, 18 (3), 2-18.
- ✓ Morales Alpízar, M., & Villalta Flórez M. (2014). Guía de Manejo de Escombros y Residuos de la Construcción. (Tesis inédita de Titulación). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- ✓ Orihuela Astupinaro, P., & Ulloa Roman K. (2011). Artículos Motiva S.A. La Planificación de las Obras y el Sistema Last Planner, 12 (4), 1-4.
- ✓ Torres Formoso, C., & Hitomi Herota Ercilia (2014). Control de Desperdicios en la Construcción. Brasil: Primera Edición.

## **IX. ANEXOS**

**FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESPERDICIO DE MATERIALES EN OBRAS DE  
CONSTRUCCIÓN CIVIL  
LOCALIZADAS EN EL DISTRITO DE VICTOR LARCO HERRERA EN LA CIUDAD DE TRUJILLO.**

▪ ENCUESTA

1. Cree que el bajo control de la calidad en los Procesos Constructivos genera desperdicios de los materiales. Ejemplo: No supervisar la nivelación y plomada de los muros confinados.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

2. Si el ingeniero encargado estuviera presente en la obra, observando la actividad constructiva, cree que no se desperdiciaría el material.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

3. Considera usted que la falta de planeación, la falta de organización, y la falta de control en las partidas ocasionan significativamente el uso inadecuado de los materiales ocasionando desperdicios en los procesos de construcción.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

4. Usted utilizaría los pedazos de concreto restantes de un llenado de columnas, placas o plateas; para el llenado de las bases de la edificación.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

5. Por falta de experiencia de la cuadrilla obrera se comete muchas falencias, que ocasionan la mala ejecución de las partidas. Por ende se desperdicia material.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

6. Como contratista, por la influencia de la empresa constructora en querer terminar rápido con las diferentes partidas de la edificación influye mucho en dejar las actividades no muy bien construida y por ende se desperdicia el material.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

7. Crees usted que una falta de comunicación interna en la ejecución de las partidas ocasionan significativamente el uso inadecuado de los materiales ocasionando desperdicios en el proceso de construcción.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

8. Influye negativamente en los desperdicios, el no almacenar los materiales de construcción en lugares adecuados; como por ejemplo, Almacenar las bolsas de cemento en lugares húmedos y expuestos a posibles lluvias.

- a) Definitivamente no.
- b) Probablemente no.
- c) Indeciso.
- d) Probablemente sí.
- e) Definitivamente sí.

9. Cree usted que es necesario utilizar materiales de forma provisional para la ejecución de partidas; Por ejemplo: Ladrillos que se utilizan como bancos, Encofrados que se utilizan como mesas.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
10. Considera eficaz el reemplazar un material de baja calidad por un material similar con mejores proporciones de calidad; Por Ejemplo: Utilizar acero de  $\frac{1}{2}$  "en reemplazo de acero de  $\frac{3}{8}$ ", debido a que el material se ha agotado en obra.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
11. Considera que las personas encargadas de ejecutar las partidas, son conscientes de la forma en cómo se deben utilizar los materiales de construcción.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
12. Influye de manera negativa el mal posicionamiento de las instalaciones en obra, ocasionando este problema una pérdida en los materiales de obra. Ejemplo: Obstáculos que se interponen en el recorrido del personal.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.

13. Cree usted que influye significativamente la actitud y el estado anímico de los trabajadores que ejecutan las partidas.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
14. Considera que la falta de programación y control ocasiona el inadecuado manejo de materiales.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
15. Considera adecuado solicitar el material que se necesita en obra de manera excesiva, utilizando una pequeña proporción y dejando en almacén lo sobrante para utilizarlo posteriormente.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
16. Existe una verificación de aquellos equipos en buen estado y aquellos equipos defectuosos; y a la vez se efectúa el mantenimiento de los equipos que se encuentran en obra.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.
17. Al momento de recibir lo solicitado en obra, considera usted que todo el material garantiza una excelente calidad, y llega exactamente la cantidad solicitada en obra., Ejemplo: Solicitamos 2000 unidades de ladrillo, en obra llegan exactamente 2000 ladrillos y a la vez cada unidad en un buen estado.
- a) Definitivamente no.
  - b) Probablemente no.
  - c) Indeciso.
  - d) Probablemente sí.
  - e) Definitivamente sí.













