

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y EL IMPACTO AMBIENTAL  
GENERADO EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. CLEMENTE AGUILAR, WALTER CALEB**

**Bach. LUYO HUAMANI, LUIS ANGEL**

**Asesor: Dr. SUELDO MESONES, JAIME PÍO**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios por iluminar mi camino siempre, a mis padres José y Raquel que siempre me brindaron su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis sueños. También a mi hermana Andrea, que viene guiándome y aconsejándome en este camino profesional tan largo que aún me falta por vivir.

**Luis Angel Luyo Huamani**

Agradezco a Dios, a mis padres Walter y Martha por todo el apoyo, motivaciones, consejos durante el proceso, a mis hermanos y a mi abuela Ana por ser el soporte para poder concluir con éxito este logro. Este es el primer paso hacia un nuevo comienzo.

**Walter Caleb Clemente Aguilar**

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera, al Dr. Sueldo por la excelente guía y consejos para la elaboración de la presente investigación, y a todas las personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos docentes y familiares.

## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>xxi</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos.....	2
1.1.1 Realidad Problemática .....	2
1.1.2 Problema General .....	15
1.1.3 Problemas Específicos .....	16
1.2. Objetivo General y Específico .....	16
1.2.1 Objetivo General.....	16
1.2.3 Objetivos Específicos.....	16
1.3 Delimitación de la Investigación Temporal, Espacial y Temática .....	17
1.3.1 Temporal .....	17
1.3.2 Espacial .....	17
1.3.3 Temática .....	18
1.4 Justificación e Importancia .....	20
1.4.1 Justificación del Estudio.....	20
1.4.1.1 Conveniencia .....	20
1.4.1.2 Relevancia Social.....	20
1.4.1.3 Aplicaciones prácticas.....	20
1.4.2 Importancia.....	20
1.4.3 Viabilidad .....	21
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación.....	22
2.1.1 Investigaciones Nacionales .....	22

2.1.2 Investigaciones Internacionales .....	25
2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable o Variables de Estudio .....	28
2.2.1 Sistemas Constructivos .....	28
2.2.1.1 Sistema Constructivo Convencional. ....	28
2.2.1.2 Sistema Constructivo Prefabricado. ....	32
2.2.2 Sistema Biofísico .....	47
2.2.2.1 Medio Físico o Abiótico .....	47
2.2.2.2 Medio Perceptual .....	48
2.2.2.3 Factores Ambientales. ....	49
2.2.3 Sistema Socio Económico .....	59
2.2.3.1 Comercio. ....	59
2.2.3.2 Empleo Temporal. ....	59
2.2.3.3 Economía Local. ....	59
2.2.4 Impacto Ambiental.....	59
2.2.3.1 Conceptos Ambientales .....	60
2.3 Definición de Términos Básicos. ....	82
2.3.1 Obra de Ingeniería Civil: .....	82
2.3.2 Sistema Constructivo: .....	82
2.3.3 Agregado: .....	82
2.3.4 Agregado Fino: .....	82
2.3.5 Agregado Grueso: .....	82
2.3.6 Cemento: .....	82
2.3.7 Concreto: .....	83
2.3.8 Concreto Armado o Reforzado:.....	83
2.3.9 Concreto premezclado:.....	83
2.3.10 Puntales: .....	83
2.3.11 Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS):.....	83

<b>CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>84</b>
3.1 Hipótesis.....	84
3.1.1 Hipótesis Principal .....	84
3.1.2 Hipótesis Secundarias .....	84
3.2 Variables .....	84
3.2.1 Definición Conceptual de las Variables .....	84
3.2.2 Operacionalización de las Variables .....	86
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>87</b>
4.1 Tipo y Nivel .....	87
4.1.1 Tipo: .....	87
4.1.2 Enfoque: .....	87
4.1.3 Método .....	87
4.1.4 Nivel.....	88
4.2 Diseño de Investigación.....	88
4.2.1 Diseño no Experimental.....	88
4.2.2 Diseño Transeccionales Correlacionales - Causales.....	89
4.3 Población y Muestra .....	90
4.3.1 Población .....	90
4.3.2 Muestra.....	90
4.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	90
4.4.1 Tipos de Técnicas e Instrumentos.....	90
4.4.2 Procedimientos para la Recolección de Datos.....	91
4.4.2.1 Árbol de Factores.....	91
4.4.2.2 Lista de Revisión.....	92
4.4.2.3 Matriz de Identificación e Interacción de Impactos Potenciales Directos e Indirectos.....	93
4.4.2.4 Matriz de Procesamiento de Datos para Valoración de Significancia ....	94

4.4.2.5 Matriz de Valoración.....	95
4.4.2.6 Matriz de Significancia .....	96
4.4.2.7 Tablas Dinámicas a nivel de Concreto Armado, estructuras y proyecto.	97
4.4.2.8 Gráficos de Barras e Circular .....	98
4.5 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información.....	99
4.5.1 Diseño de Ingeniería. ....	99
<b>CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>101</b>
5.1 Descripción del proyecto .....	101
5.1.1 Datos Generales .....	101
5.1.2 Planteamiento General .....	101
5.2 Identificación de Actividades de la Obra de Infraestructura.....	102
5.3 Identificación de Impactos Ambientales.....	109
5.3.1 Árbol de Factores.....	109
5.3.2 Lista de Revisión .....	110
5.4 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Convencional y prefabricado .....	111
5.4.1 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Convencional.....	111
5.4.1.1 Matriz de Identificación e Interacción de Impactos Potenciales – Directos e Indirectos – Sistema Constructivo Convencional. ....	111
5.4.1.2 Matriz de Valoración de Impactos Ambientales- Sistema Constructivo Convencional.....	130
5.4.1.3 Matriz de Significación de Impactos Ambientales - Sistema Constructivo Convencional.....	136
5.4.2 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Prefabricado .....	156
5.4.2.1 Matriz de Identificación e Interacción de Impactos Potenciales Directos e Indirectos – Sistema Constructivo Prefabricado. ....	156

5.4.2.2 Matriz de Valoración de Impactos Ambientales – Sistema Constructivo Prefabricado .....	175
5.4.2.3 Matriz de Significación de Impactos Ambientales – Sistema Constructivo Prefabricado .....	179
<b>CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>199</b>
6.1 Resultados de la Investigación .....	199
6.1.1 Sistema Constructivo Convencional y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Biofísico.....	199
6.1.2 Sistema Constructivo Convencional y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Socio-Económico .....	199
6.1.3 Sistema Constructivo Prefabricado y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Biofísico.....	200
6.1.4 Sistema Constructivo Prefabricado y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Socio-Económico .....	200
6.1.5 Cuadros Comparativos del Sistema Constructivo Convencional y Prefabricado y el Impacto Ambiental generado .....	201
6.2 Análisis e Interpretación de los Resultados .....	203
6.3 Contrastación de Hipótesis.....	206
6.3.1 Hipótesis Específica 1 .....	206
6.3.2 Hipótesis Específica 2 .....	206
6.3.3 Hipótesis Específica 3 .....	207
6.3.4 Hipótesis Específica 4 .....	207
6.3.5 Hipótesis Principal .....	207
6.4 Discusión.....	208
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>209</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>211</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>212</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>219</b>
Anexo 1: Matriz de Consistencia .....	219

Anexo 2: Partidas Generales .....	220
Anexo 3: Formato de Matriz para Calificación de Impactos Ambientales .....	227
Anexo 4: Sistemas Constructivos no Convencionales Vigentes en Perú .....	228
Anexo 5: Fotos de Sistema Prefabricado Tensocret (Chile).....	229

## INDICE GENERAL DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Presentación de distintos diseños de prelosas .....	36
<b>Tabla 2</b>	Residuos sólidos de la construcción y demolición .....	55
<b>Tabla 3</b>	Relación de la magnitud de acción de proyecto - componente ambiental .....	62
<b>Tabla 4</b>	Rangos y niveles de significación.....	73
<b>Tabla 5</b>	Calificación de intensidad del impacto (IN) .....	74
<b>Tabla 6</b>	Calificación de extensión del impacto (EX) .....	74
<b>Tabla 7</b>	Calificación de momento del impacto (MO).....	75
<b>Tabla 8</b>	Calificación de persistencia del impacto (PE).....	75
<b>Tabla 9</b>	Calificación de reversibilidad del impacto (RV).....	76
<b>Tabla 10</b>	Calificación de sinergia del impacto (SI).....	76
<b>Tabla 11</b>	Calificación de acumulación del impacto (AC) .....	77
<b>Tabla 12</b>	Calificación de efecto del impacto (EF).....	77
<b>Tabla 13</b>	Calificación de periodicidad del impacto (PR).....	77
<b>Tabla 14</b>	Calificación de recuperabilidad del impacto (MC).....	78
<b>Tabla 15</b>	Los tres pilares del desarrollo sostenible .....	80
<b>Tabla 16</b>	Matriz de operacionalización de las variables.....	86
<b>Tabla 17</b>	Criterios de calificación de impactos (1) .....	130
<b>Tabla 18</b>	Criterios de calificación de impactos (2) .....	131

## INDICE GENERAL DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Generadoras de RCD en Bogotá .....	2
<b>Figura 2</b> Clasificación de los residuos solidos .....	4
<b>Figura 3</b> Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido .....	5
<b>Figura 4</b> Residuos de concreto en obras de infraestructura .....	6
<b>Figura 5</b> Residuos de acero en obras de infraestructura .....	6
<b>Figura 6</b> Emisiones de gases de efecto invernadero.....	7
<b>Figura 7</b> Consumo de sustancias agotadoras .....	7
<b>Figura 8</b> Emisiones de dióxido de carbono equivalente (1) .....	8
<b>Figura 9</b> Emisiones de dióxido de carbono equivalente (2) .....	9
<b>Figura 10</b> Proyección de emisiones de gases de efecto invernadero .....	9
<b>Figura 11</b> Descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento .....	10
<b>Figura 12</b> Volumen anual de vertimientos de aguas residuales industriales autorizadas .....	10
<b>Figura 13</b> Volumen de importación .....	11
<b>Figura 14</b> Volumen anual por vertimiento de aguas residuales industriales .....	11
<b>Figura 15</b> Residuos sólidos .....	12
<b>Figura 16</b> Residuos sólidos controlados .....	12
<b>Figura 17</b> Generación de residuos sólidos domiciliarios.....	13
<b>Figura 18</b> Elementos estructurales prearmados .....	14
<b>Figura 19</b> Núcleos prearmados en cisterna.....	15
<b>Figura 20</b> Localización.....	17
<b>Figura 21</b> Alcance del proyecto .....	18
<b>Figura 22</b> Identificación de impactos .....	19
<b>Figura 23</b> Acero en cimentaciones.....	29
<b>Figura 24</b> Encofrado en obra .....	30
<b>Figura 25</b> Acero en vigas.....	31
<b>Figura 26</b> Acero en losas .....	32
<b>Figura 27</b> Realización de montaje de elementos prefabricados.....	33
<b>Figura 28</b> Torre grúa .....	34
<b>Figura 29</b> Prelosas .....	35
<b>Figura 30</b> Esquema de sección transversal de prelosa .....	36
<b>Figura 31</b> Prelosa Prelima.....	37

<b>Figura 32</b> Tipología de entrepisos.....	38
<b>Figura 33</b> Columnas de sección rectangular y circular (1).....	39
<b>Figura 34</b> Columnas de sección rectangular y circular (2).....	40
<b>Figura 35</b> Vigas de entrepiso (1).....	40
<b>Figura 36</b> Vigas de entrepiso (2).....	41
<b>Figura 37</b> Vigas de entrepiso (2).....	41
<b>Figura 38</b> Detalle de elementos prefabricados.....	42
<b>Figura 39</b> Proceso tradicional de colocación de acero de refuerzo.....	43
<b>Figura 40</b> Armado y colocación.....	44
<b>Figura 41</b> Integración hacia adelante y hacia atrás.....	46
<b>Figura 42</b> Promedio anual de partículas inferiores a 10 micras.....	50
<b>Figura 43</b> Emisiones atmosféricas.....	50
<b>Figura 44</b> Contaminación de maquinaria.....	52
<b>Figura 45</b> Contaminación del agua por derrames.....	52
<b>Figura 46</b> Ruido en obra.....	58
<b>Figura 47</b> Proceso del impacto ambiental.....	60
<b>Figura 48</b> Proceso metodológico de una evaluación de impacto ambiental.....	63
<b>Figura 49</b> Identificación de impactos.....	64
<b>Figura 50</b> Ejemplo de lista de revisión.....	65
<b>Figura 51</b> Árbol de factores para un vertedero-incineradora de residuos sólidos.....	66
<b>Figura 52</b> Ejemplo de interacción en la matriz de Leopold.....	67
<b>Figura 53</b> Lista de acciones de la matriz de Leopold (1).....	67
<b>Figura 54</b> Lista de acciones de la matriz de Leopold (2).....	68
<b>Figura 55</b> Lista de elementos ambientales de la matriz de Leopold (1).....	69
<b>Figura 56</b> Lista de elementos ambientales de la matriz de Leopold (2).....	70
<b>Figura 57</b> Representación gráfica de los impactos moderados, severos y compatibles.....	72
<b>Figura 58</b> La sostenibilidad.....	79
<b>Figura 59</b> Desarrollo sostenible.....	80
<b>Figura 60</b> Ciclo de la economía circular.....	81
<b>Figura 61</b> Instrumento de recolección de datos para árbol de factores.....	91
<b>Figura 62</b> Instrumento de recolección de datos para lista de revisión.....	92
<b>Figura 63</b> Instrumento de recolección de datos para matriz de identificación e interacción.....	93

<b>Figura 64</b> Instrumento de recolección de datos para matriz de procesamiento de datos .....	94
<b>Figura 65</b> Instrumento de recolección de datos para matriz de valoración .....	95
<b>Figura 66</b> Instrumento de recolección de datos para matriz de valoración .....	96
<b>Figura 67</b> Instrumento de recolección de datos para tablas dinámicas en diferentes niveles.....	97
<b>Figura 68</b> Instrumento de recolección de datos para gráfico de barras .....	98
<b>Figura 69</b> Instrumento de recolección de datos para gráfico circular .....	98
<b>Figura 70</b> Flujoograma .....	99
<b>Figura 71</b> Árbol de Factores .....	109
<b>Figura 72</b> Lista de revisión .....	110
<b>Figura 73</b> Criterio de identificación de impactos directos e indirectos.....	112
<b>Figura 74</b> Matriz de interacción e identificación de impactos potenciales - directos e indirectos (1) – sistema convencional .....	113
<b>Figura 75</b> Matriz de interacción e identificación de impactos potenciales - directos e indirectos (2) – sistema convencional .....	114
<b>Figura 76</b> Matriz de interacción e identificación de impactos potenciales - directos e indirectos (3) – sistema convencional .....	115
<b>Figura 77</b> Impacto directo e indirecto en los elementos ambientales (1).....	116
<b>Figura 78</b> Impacto directo e indirecto en los elementos ambientales (2).....	117
<b>Figura 79</b> Impacto directo e indirecto en los medios ambientales (1) .....	118
<b>Figura 80</b> Impacto directo e indirecto en los medios ambientales (2) .....	118
<b>Figura 81</b> Impacto directo e indirecto en los sistemas ambientales (1) .....	119
<b>Figura 82</b> Impacto directo e indirecto en los sistemas ambientales (2) .....	119
<b>Figura 83</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (1) .....	120
<b>Figura 84</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (2) .....	120
<b>Figura 85</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1) .....	121
<b>Figura 86</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2) .....	121
<b>Figura 87</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1).....	122
<b>Figura 88</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2).....	122
<b>Figura 89</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1).....	123
<b>Figura 90</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2).....	123

<b>Figura 91</b> Impactos directos e indirectos debido al sistema convencional.....	124
<b>Figura 92</b> Impactos directos e indirectos debido al sistema convencional.....	124
<b>Figura 93</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1) .....	125
<b>Figura 94</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2) .....	126
<b>Figura 95</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1).....	127
<b>Figura 96</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2).....	127
<b>Figura 97</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1).....	128
<b>Figura 98</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2).....	128
<b>Figura 99</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (1) .....	129
<b>Figura 100</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (2) .....	129
<b>Figura 101</b> Matriz de valoración de impactos - sistema convencional (1).....	132
<b>Figura 102</b> Matriz de valoración de impactos - sistema convencional (2).....	133
<b>Figura 103</b> Matriz de valoración de impactos - sistema convencional (3).....	134
<b>Figura 104</b> Matriz de valoración de impactos - sistema convencional (4).....	135
<b>Figura 105</b> Rangos y niveles de significación .....	136
<b>Figura 106</b> Matriz de significación - sistema convencional (1).....	137
<b>Figura 107</b> Matriz de significación - sistema convencional (2).....	138
<b>Figura 108</b> Matriz de significación - sistema convencional (3).....	139
<b>Figura 109</b> Matriz de significación - sistema convencional (4).....	140
<b>Figura 110</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	141
<b>Figura 111</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	141
<b>Figura 112</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	142
<b>Figura 113</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	143
<b>Figura 114</b> Impactos en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	144
<b>Figura 115</b> Impactos en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	144
<b>Figura 116</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	145

<b>Figura 117</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	145
<b>Figura 118</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	146
<b>Figura 119</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	146
<b>Figura 120</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	147
<b>Figura 121</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	148
<b>Figura 122</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	149
<b>Figura 123</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	149
<b>Figura 124</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	150
<b>Figura 125</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	150
<b>Figura 126</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	151
<b>Figura 127</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	152
<b>Figura 128</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	153
<b>Figura 129</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	153
<b>Figura 130</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	154
<b>Figura 131</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional .....	154
<b>Figura 132</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	155
<b>Figura 133</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional .....	155
<b>Figura 134</b> Matriz de identificación e interacción de impactos potenciales – directos e indirectos sistema prefabricado (1) .....	157
<b>Figura 135</b> Matriz de identificación e interacción de impactos potenciales – directos e indirectos sistema prefabricado (2) .....	158

<b>Figura 136</b> Matriz de identificación e interacción de impactos potenciales – directos e indirectos sistema prefabricado (3) .....	159
<b>Figura 137</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1) .....	160
<b>Figura 138</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2) .....	161
<b>Figura 139</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1) .....	162
<b>Figura 140</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2) .....	162
<b>Figura 141</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1) .....	163
<b>Figura 142</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2) .....	163
<b>Figura 143</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (1) .....	164
<b>Figura 144</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (2) .....	164
<b>Figura 145</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1) .....	165
<b>Figura 146</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2) .....	166
<b>Figura 147</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1) .....	167
<b>Figura 148</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2) .....	167
<b>Figura 149</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1) .....	168
<b>Figura 150</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2) .....	168
<b>Figura 151</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (1) .....	169
<b>Figura 152</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (2) .....	169
<b>Figura 153</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1) .....	170
<b>Figura 154</b> Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2) .....	170
<b>Figura 155</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1) .....	171
<b>Figura 156</b> Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2) .....	172
<b>Figura 157</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1) .....	172
<b>Figura 158</b> Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2) .....	173
<b>Figura 159</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado .....	174
<b>Figura 160</b> Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado .....	174
<b>Figura 161</b> Matriz de valoración de impactos - sistema prefabricado (1) .....	175
<b>Figura 162</b> Matriz de valoración de impactos - sistema prefabricado (2) .....	176

<b>Figura 163</b> Matriz de valoración de impactos - sistema prefabricado (3).....	177
<b>Figura 164</b> Matriz de valoración de impactos - sistema prefabricado (4).....	178
<b>Figura 165</b> Matriz de significación - sistema prefabricado (1).....	179
<b>Figura 166</b> Matriz de significación - sistema prefabricado (2).....	180
<b>Figura 167</b> Matriz de significación - sistema prefabricado (3).....	181
<b>Figura 168</b> Matriz de significación - sistema prefabricado (4).....	182
<b>Figura 169</b> Matriz de significación - sistema prefabricado (5).....	183
<b>Figura 170</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	184
<b>Figura 171</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	185
<b>Figura 172</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	186
<b>Figura 173</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	186
<b>Figura 174</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	187
<b>Figura 175</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	187
<b>Figura 176</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado .....	188
<b>Figura 177</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado .....	188
<b>Figura 178</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	189
<b>Figura 179</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	189
<b>Figura 180</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	190
<b>Figura 181</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	191
<b>Figura 182</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	191
<b>Figura 183</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	192
<b>Figura 184</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado .....	192

<b>Figura 185</b> Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado .....	193
<b>Figura 186</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	194
<b>Figura 187</b> Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	194
<b>Figura 188</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	195
<b>Figura 189</b> Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	196
<b>Figura 190</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	196
<b>Figura 191</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	197
<b>Figura 192</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	198
<b>Figura 193</b> Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado .....	198
<b>Figura 194</b> Impacto directo/indirecto del sistema constructivo convencional en el sistema biofísico .....	199
<b>Figura 195</b> Impacto del sistema constructivo convencional en el sistema biofísico ...	199
<b>Figura 196</b> Impacto directo/indirecto del sistema constructivo convencional en el sistema socio-económico .....	199
<b>Figura 197</b> Impacto del sistema constructivo convencional en el sistema socio-económico .....	200
<b>Figura 198</b> Impacto directo/indirecto del sistema constructivo prefabricado en el sistema biofísico .....	200
<b>Figura 199</b> Impacto del sistema constructivo prefabricado en el sistema biofísico.....	200
<b>Figura 200</b> Impacto directo/indirecto del sistema constructivo prefabricado en el sistema socio-económico .....	200
<b>Figura 201</b> Impacto del sistema constructivo prefabricado en el sistema socio-económico .....	201
<b>Figura 202</b> Cuadro comparativo de impactos en el sistema biofísico a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto .....	201

<b>Figura 203</b> Cuadro comparativo de impactos en el sistema socio-económico a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto .....	202
<b>Figura 204</b> Cuadro comparativo de impactos directos e indirectos a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto .....	202
<b>Figura 205</b> Cuadro comparativo de impactos ambientales a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto.....	203

## RESUMEN

La presente tesis “Los sistemas constructivos y el impacto ambiental generado en obras de infraestructura” consistió en analizar las actividades de los sistemas constructivos con la finalidad de determinar el impacto ambiental a través de herramientas ambientales y así poder determinar el sistema con menor impacto ambiental mediante la calificación (determinación de la importancia o también llamado significación) de los impactos ambientales generados por los sistemas constructivos planteados. La metodología empleada es del tipo cuantitativa, presenta un nivel correlacional y descriptivo, también de acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es una investigación no experimental con diseño transeccional correlacionales causal, el método utilizado es deductivo puesto que partiremos de un marco conceptual existente de los sistemas constructivos convencional y prefabricado aplicados en la actualidad y los aspectos ambientales. La recolección de datos es de manera retrolectiva, debido que, la información es recabada de distintas investigaciones, libros, documentos informáticos. Para el procesamiento de recolección y análisis datos se utilizó el presupuesto de obra, así como la elaboración de hojas de cálculo. Luego de procesar los resultados obtenidos se determinó que el sistema prefabricado genera menos impacto ambiental que el sistema convencional.

**Palabras clave:** Impacto ambiental, Obras de infraestructuras, sistema convencional, sistema prefabricado, matriz de Leopold.

## **ABSTRAC**

The present thesis "The construction systems and the environmental impact generated in infrastructure works" consisted in analyzing the activities of the construction systems in order to determine the environmental impact through environmental tools and thus be able to determine the system with the least environmental impact through the qualification (determination of the importance or also called significance) of the environmental impacts generated by the proposed construction systems. The methodology used is of the quantitative type, it presents a correlational and descriptive level, also according to the methodology to demonstrate the hypothesis it is a non-experimental investigation with a causal correlational transectional design, the method used is deductive since we will start from an existing conceptual framework of the conventional and prefabricated construction systems applied today and environmental aspects. Data collection is retrolective, because the information is collected from different investigations, books, computer documents. For data collection and analysis processing, the work budget was used, as well as the preparation of spreadsheets. After processing the results obtained, it was determined that the prefabricated system generates less environmental impact than the conventional system.

**Keywords:** Environmental impact, Infrastructure works, conventional system, prefabricated system, Leopold matrix.

# INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años la construcción se viene desarrollando a través de la ejecución de obras considerando la utilización del sistema constructivo convencional. Sin embargo, la utilización de este sistema tradicional trae consigo demoras en tiempos, influencia en la mano de obra y la generación de impactos sobre el medio ambiente. Por otro lado, por las diversas desventajas que presenta la manera tradicional de ejecutar obras, la construcción dio un gran salto a través de la creación del sistema constructivo prefabricado, con intenciones de optimizar los procesos y tiempos de obra. En este sistema se mejoran los procesos de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto de elementos estructurales en una planta de fabricación. Y es que los análisis realizados en las diferentes investigaciones realizados en la actualidad, están orientadas a la gestión de costos o análisis estructurales. Es por ello que decidimos realizar un análisis orientado a la incidencia de ellos en el medio ambiente.

En el Capítulo I se describe la realidad problemática a nivel internacional y nacional y, posteriormente, se realiza la formulación del problema general y específicos de la investigación, también se formula el objetivo general y específicos, luego se realiza la delimitación temporal, espacial y temática, así como la justificación, importancia y viabilidad.

En el Capítulo II se presentan los antecedentes nacionales e internacionales relacionados a nuestra investigación, posteriormente se detalla las bases teóricas que se vinculan a nuestras variables de estudio y también la definición de términos básicos.

En el Capítulo III se plantean las hipótesis principal y secundarias, así como la definición conceptual de las variables de estudio y la operacionalización de las variables.

En el Capítulo IV se describe la metodología y diseño de la investigación como el tipo, nivel, método recolección de datos, entre otros. También se presentan las técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento y análisis de la recolección de datos.

En el Capítulo V realizan los cálculos respectivos para que, posteriormente, se proceda con el análisis de los resultados obtenidos de la investigación, tales como cuadros y gráficos comparativos de los resultados finales.

# CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

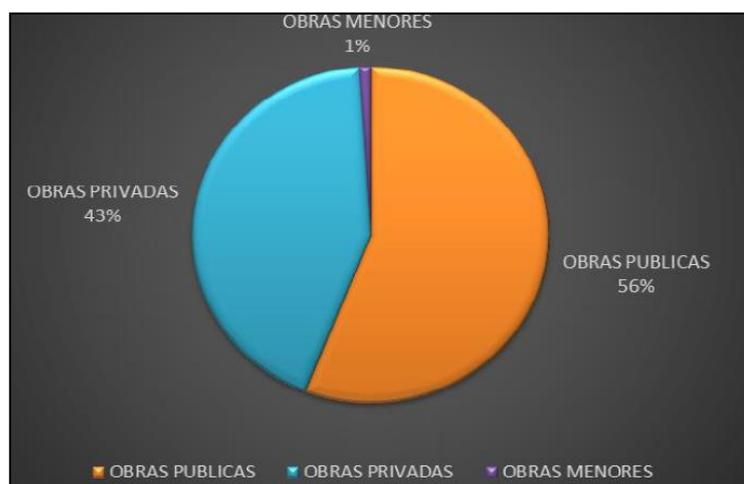
## 1.1 Descripción y formulación del problema general y específicos

### 1.1.1 Realidad Problemática

En Colombia, según Moncada et al. (2018), la ciudad de Bogotá es la que más desarrollo de infraestructura genera de forma constante durante los últimos años, mediante la construcción y ampliación de proyectos de infraestructuras. La realización de todas estas obras produce el aumento en la producción de Residuos de Construcción y Demolición.

#### Figura 1

Generadoras de RCD en Bogotá



Nota. Tomado de Prefactibilidad de una Recicladora y Procesadora de Residuos de Construcción y Demoliciones en Concreto como Nueva Línea de Negocio para la Compañía Gama Ingeniero y Arquitectos S.A.S (p. 11), por Y. E. Moncada Rincón et al., 2018, Repositorio Académico UNIM

El rubro de la construcción según González Vallejo et al. (2015) es uno de los que más ha crecido en los últimos años y un claro ejemplo es España, en donde se ha mostrado un gran crecimiento del sector construcción, entre los años 2002 y 2008 la ejecución de viviendas creció un 2% anual, y en el 2011 se registraron más de 25 millones de edificaciones. Este crecimiento ha traído consigo una contaminación ambiental mayor que el que se debería haber generado por una actividad más racional.

Por otro lado, podemos decir que la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales como la madera, mineral, agua y energía. En la Unión europea, es consumidora del 40% de la energía total, considerada en las estadísticas. En España, los edificios generan más del 30% del consumo de energía no renovable, 30% de la generación de emisiones de CO<sub>2</sub>, el 20% de la depredación de la corteza terrestre y entre el 30 y 40% de residuos. Además, no olvidemos las emisiones debidas a los procesos de fabricación, transporte y generación eléctrica del edificio.

Ahora bien, desde tiempos inmemorables según Huároc Bravo (2019), los humanos tienen el conocimiento de explotar los recursos naturales, y esto se debía a la demanda del consumo de estos. El único control que se podía ejercer para mantener el medio ambiente, era la restricción del consumo de determinado recurso por temporadas en donde se comenzaban a extinguir.

Iniciemos entendiendo que es el medio ambiente según Soriano Parra et al. (2015), y es que, es el conjunto de factores físicos, químicos, biológicos, sociales, culturales, estéticos y económicos capaz de causar efectos entre sí, con el individuo y con la comunidad en la que viva, determinando su forma, relación y supervivencia.

Según Vélez Aspiazu y Coello Espinoza (2017), en la actualidad el medio ambiente ha tomado cierta importancia para los distintos rubros del crecimiento considerados en la ciudad de Guayaquil, y es por ello que los estudios de impacto ambiental debe realizarse previa cualquier acción y/o actividad que genere cambios en el medio ambiente y humanos, denominándose así a la gestión ambiental como el grupo de actividades relacionados al manejo integral de los recursos ambientales, con la intención de que la calidad de vida de la comunidad mejore, y así mitigar los impactos ambientales generados. Además, estos estudios de impacto ambiental pretenden crear un equilibrio entre el crecimiento de la economía y la utilización adecuada de los recursos naturales.

Además, hablar del Impacto ambiental Soriano Parra et al. (2015), es referirse a las alteraciones y/o modificaciones que se generan en el medio ambiente, o en algunos de sus componentes, todos estos producidos por la acción o actividad

humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa y/o un plan con implicaciones ambientales.

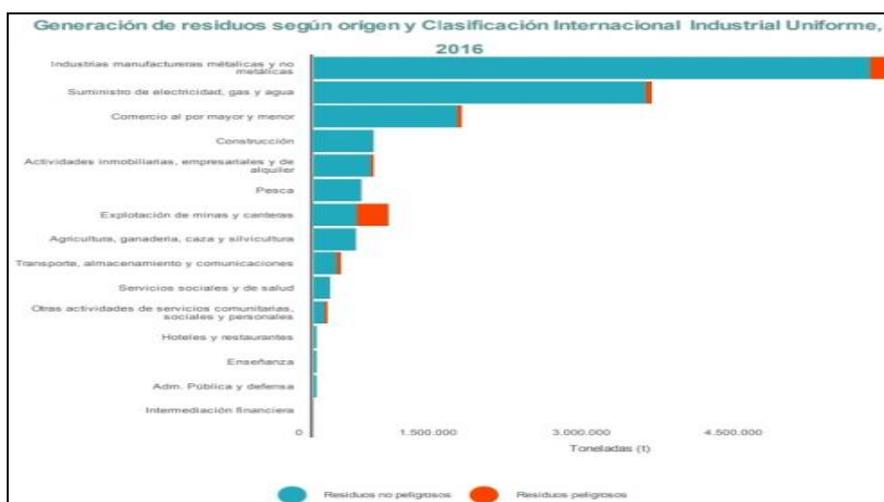
El impacto ambiental según la Secretaría Distrital de Ambiente (2018) puede abarcar los residuos de construcción y demolición que generan las obras de infraestructuras, la estimación que se tiene en el año 2017 se produjo 32.000.000 toneladas de residuos, donde sus principales generadores son de obras públicas.

En Chile según Somos CChC (2020), la mala disposición de los residuos de construcción contamina el suelo y este también contamina ya que cuando entran en contacto con la lluvia, generan la contaminación de las aguas subterráneas, así como las superficiales. Los residuos de construcción y demolición están cercanamente vinculadas a problemas sociales, derivados del transporte y específicamente de la disposición irregular.

Los vertederos ilegales generan deterioro en la calidad de vida y en la salud de sus habitantes, más aún en las zonas vulnerables, debido a diversas causas como la contaminación de espacios públicos y de suelos las cuales pierden el potencial de uso, ya sea agrícola u otro, desplazando a la población, creando fuentes enfermedades, infecciones y plagas, a su vez con impactos urbanísticos, impacto visual, y el progresivo deterioro del patrimonio paisajístico.

## Figura 2

Clasificación de los residuos solidos



Nota. Adaptado de Estadísticas: Residuos en Chile - Reporte MMA 2018, por El Journal del Packaging, (2018), <http://cenem.cl>

Por otro lado, el ruido ocasionado por las actividades de la construcción según Guzmán Morán (2016), está considerado como un tipo de contaminación ambiental que deteriora la calidad de vida de los ciudadanos. Los principales indicadores y efectos que genera el ruido de la construcción en las zonas urbanas son diferentes y complicadas. Estos afectan en la comunicación, así como perturbación del sueño, molestias en el trabajo, reducción de la eficiencia del trabajador debido a la pérdida de concentración y también posibles efectos en la salud mental y física de las personas. Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establece niveles máximos permisibles de ruido según su zona de aplicación y horario, estas no deben excederse para proteger la salud de las personas. (Presidencia del Consejo de Ministros - PCM, 2003).

### Figura 3

Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido		
ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Nota. Tomado de Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (p. 11), por Presidencia del Consejo de Ministros, 2003, <https://sinia.minam.gob.pe/normas>

En el Perú, según Palomino et al. (2017), la construcción viene siendo considerado uno de los sectores más dinámicos y fundamentales en la economía del país, esto es debido a que involucra a las fábricas productoras de los insumos como el cemento, acero y asfalto. El rubro de la construcción depende de las inversiones públicas y privadas. Sin embargo, también ha traído consigo la generación de residuos sólidos.

#### **Figura 4**

Residuos de concreto en obras de infraestructura



Nota. Como es costumbre en las diferentes obras en Lima, existen elementos estructurales ya ejecutados, y los residuos sólidos son inevitables. Elaboración propia.

#### **Figura 5**

Residuos de acero en obras de infraestructura

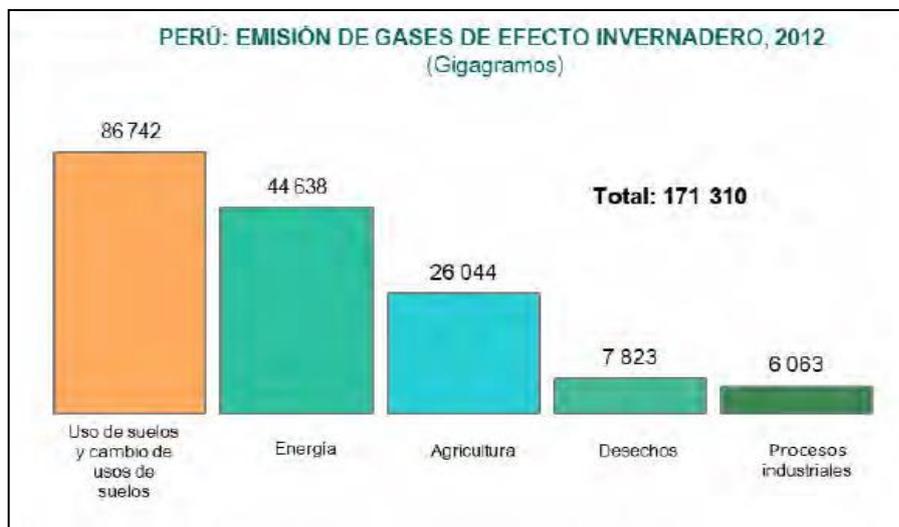


Nota. Otros de los residuos generados es el acero producto del habilitado de elementos estructurales. Elaboración propia.

A continuación, se adjunta estadísticas ambientales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para dar a conocer la situación ambiental en el Perú representada en las siguientes Figuras.

**Figura 6**

Emisiones de gases de efecto invernadero



Nota. El ministerio del Ambiente menciona, en su inventario nacional publicado en el año 2012, que la generación de gases de efecto invernadero fue un total de 171 310. Mostrando además que la mayor incidencia la tiene el uso y/o modificación de suelos. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 409), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

**Figura 7**

Consumo de sustancias agotadoras



Nota. El presente gráfico muestra el resumen de consumos de sustancias que deterioran la capa de Ozono, por año. Teniendo el año 2013, como el más demandante en cuanto al uso. Finalmente se muestra una tendencia de conservación de la demanda entre los años 2014 y 2018. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 410), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

**Figura 8**

Emisiones de dióxido de carbono equivalente (1)

1. EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE, 2000, 2005, 2010 Y 2012 (Gigagramos)				
Fuentes	2000	2005	2010	2012
<b>Total</b>	<b>166 857,64</b>	<b>184 910,60</b>	<b>170 365,81</b>	<b>171 309,57</b>
<b>1 Energía</b>	<b>28 377,22</b>	<b>30 103,98</b>	<b>42 643,99</b>	<b>44 637,81</b>
<b>1 A Quema de combustibles</b>	<b>24 095,65</b>	<b>26 304,43</b>	<b>38 604,95</b>	<b>41 278,08</b>
<b>1A1 Industria de energía</b>	<b>2 573,28</b>	<b>3 437,05</b>	<b>11 273,36</b>	<b>11 880,83</b>
1A1a Producción de electricidad <sup>1/</sup>	2 030,24	2 827,89	7 994,18	8 664,67
1A1b Refinería de petróleo	1,17	137,15	2 133,36	1 914,94
1A1c Producción de combustibles y otras industrias de	541,87	472,31	1 145,82	1 301,22
<b>1A2 Industria de manufactura y construcción</b>	<b>6 827,80</b>	<b>7 638,57</b>	<b>7 547,36</b>	<b>7 808,88</b>
1A2a Otras industrias de manufactura y construcción	2 548,39	1 959,46	5 856,63	1 611,50
1A2b Minería	4 279,41	5 679,11	1 690,73	6 197,38
<b>1A3 Transporte</b>	<b>9 847,28</b>	<b>11 886,95</b>	<b>16 424,36</b>	<b>17 846,93</b>
1A3a Aviación civil	429,88	311,82	683,04	731,26
1A3a1 Aviación nacional	429,88	311,82	683,04	731,26
1A3b Terrestre	9 205,39	9 857,92	13 941,45	15 263,46
1A3c Ferroviario	27,16	28,53	38,32	29,13
1A3d Navegación nacional e internacional	172,54	1 678,78	1 752,63	1 814,56
1A3e Otro tipo de transporte	12,31	9,90	8,92	8,52
<b>1A4 Otros sectores</b>	<b>4 847,29</b>	<b>3 341,86</b>	<b>3 359,87</b>	<b>3 741,44</b>
1A4a Comercial/Residencial	737,24	1 648,01	2 063,10	819,53
1A4b Público	2 844,26	625,26	715,72	2 369,24
1A4c Agricultura	198,76	105,71	102,22	127,15
1A4c Pesquería	1 067,03	962,88	478,83	425,52
<b>1B Emisiones fugitivas de combustibles <sup>2/</sup></b>	<b>4 281,57</b>	<b>3 799,55</b>	<b>4 039,04</b>	<b>3 359,73</b>
1B1 Combustibles sólidos	5,27	18,66	38,37	72,01
1B2 Petróleo y gas natural	4 276,30	3 780,89	4 000,67	3 287,72
<b>2 Procesos industriales</b>	<b>2 574,88</b>	<b>3 509,18</b>	<b>5 011,56</b>	<b>6 063,54</b>
<b>2A Productos minerales</b>	<b>1 921,92</b>	<b>2 642,27</b>	<b>3 790,53</b>	<b>4 518,20</b>
2A1 Producción de cemento	1 711,13	2 365,48	3 266,70	3 812,90
2A2 Producción de cal	107,79	101,31	243,87	325,38
2A3 Uso de piedra caliza y dolomita	103,00	159,87	249,55	352,98
2A4 Producción y uso de carbonato de sodio	-	15,61	30,41	26,94
<b>2B Industria química</b>	<b>4,46</b>	<b>4,77</b>	<b>8,37</b>	<b>10,97</b>
2B1 Producción de amoníaco	0,97	1,04	1,89	2,39
2B2 Producción de ácido nítrico	-	-	-	-
2B3 Producción de ácido adípico	-	-	-	-
2B4 Producción de carburo de calcio	3,49	3,73	6,48	8,58
<b>2C Producción de metal</b>	<b>648,50</b>	<b>862,14</b>	<b>1 212,66</b>	<b>1 534,37</b>
2C1 Producción de hierro y acero	506,35	692,19	1 071,47	1 390,04
2C2 Producción de ferroaleaciones	-	-	-	-
2C3 Producción de aluminio	1,45	3,88	4,96	4,27
2C5 Producción de zinc	140,70	166,07	-	131,64
2C6 Producción de plomo	-	-	136,23	8,42
<b>4 Agricultura</b>	<b>23 463,71</b>	<b>24 576,51</b>	<b>25 783,38</b>	<b>26 043,68</b>
4A Fermentación entérica	10 049,83	10 496,61	10 836,42	10 735,14
4B Manejo del estiércol	1 022,34	1 111,12	1 304,49	1 318,65
4C Cultivos de arroz	828,38	1 059,69	1 149,19	1 171,27
4D Suelos agrícolas	10 919,37	11 249,06	11 906,64	12 195,56
4E Quema de sabanas (pastos)	501,08	434,05	360,43	365,70
4F Quema de residuos agrícolas	142,71	225,98	226,21	257,36
<b>5 Uso de suelos y cambio de uso de suelos</b>	<b>107 208,32</b>	<b>121 034,67</b>	<b>89 907,17</b>	<b>86 741,95</b>
5A Cambios en biomasa y otros stocks leñosos	25 909,62	51 919,78	13 169,81	14 777,01
5A1 Pérdidas (tala, leña e incendios - bosques primarios)	29 184,51	54 502,58	17 110,56	18 700,49
5A2 Incremento de biomasa	-2 980,50	-2 498,87	-3 456,59	-3 185,80
5A3 Cultivos perennes	-294,39	-83,93	-484,16	-737,68

Continúa...

Nota. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 417), por INEI, 2019, [www.inei.gov.pe](http://www.inei.gov.pe).

**Figura 9**

Emisiones de dióxido de carbono equivalente (2)

1. EMISIONES DE DIOXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE, 2000, 2005, 2010 Y 2012				
(Gigagramos)				
Fuentes	2000	2005	2010	2012
5B Conversión de bosques y praderas	100 346,15	75 911,12	83 238,35	79 771,81
5B1 Tierra forestal a tierras agrícolas	98784,69	74 401,20	73 311,48	70 939,21
5B2 Tierra forestal a praderas	1 463,03	1 276,65	7 497,72	7 000,96
5B3 Tierra forestal a asentamientos	15,34	24,56	171,53	583,42
5B4 Tierra forestal a otros	83,09	208,71	2 257,62	1 248,22
5C Abandono de tierras cultivadas	-24 273,07	-12 342,55	-10 948,06	-12 300,58
5D Emisiones y absorciones en el suelo	233,00	346,40	341,88	412,44
5E Otros (Gases no CO <sub>2</sub> )	4 992,62	5 199,92	4 105,19	4 081,27
<b>6 Desechos</b>	<b>5 233,51</b>	<b>5 686,26</b>	<b>7 019,71</b>	<b>7 822,59</b>
6A Disposición de residuos sólidos	4 087,89	4 229,99	5 297,21	6 005,25
6A1 Residuos sólidos	4 087,89	4 229,99	5 297,21	6 005,25
6B Tratamiento de aguas residuales	1 145,62	1 456,27	1 722,50	1 817,34
6B1 Efluentes industriales	213,94	267,08	308,43	335,16
6B2 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	931,68	1 189,19	1 414,07	1 482,18
6B2a Aguas residuales domésticas	436,41	659,09	852,50	907,75
6B2b Excretas humanas	495,27	530,10	561,57	574,43

Nota. En las Figuras 8 y 9 se muestra el promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> ocasionados por diferentes rubros o sectores económicos en los años 2000, 2005, 2010 y 2012. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 418), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).

**Figura 10**

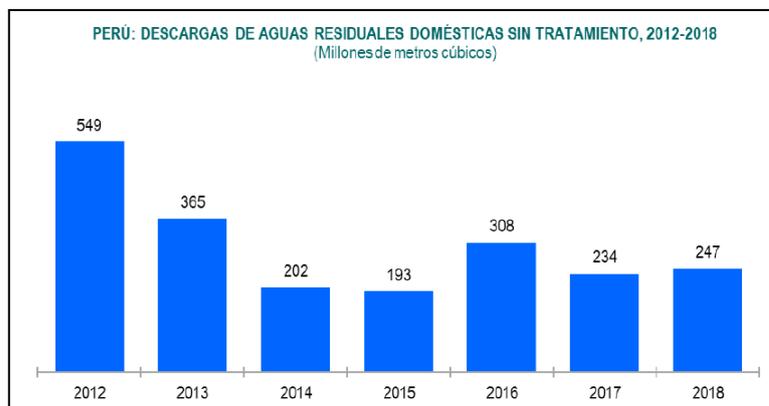
Proyección de emisiones de gases de efecto invernadero

2. PROYECCION DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, 2010-2030	
(Millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente)	
Año	Emisiones
2010	170,6
2011	170,2
2012	180,5
2013	185,6
2014	194,4
2015	200,6
2016	206,4
2017	211,2
2018	218,7
2019	225,5
2020	231,8
2021	238,2
2022	245,8
2023	253,0
2024	258,0
2025	265,4
2026	272,9
2027	278,9
2028	285,6
2029	290,8
2030	298,3

Nota. En la figura 10, se muestra la proyección de emisión de gas de efecto invernadero hasta el año 2030, y se puede notar una tendencia al aumento de las emisiones al aire. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 418), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).

**Figura 11**

Descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento



Nota. Según el Anuario estadístico ambiental, se muestra que los volúmenes de aguas residuales anuales en el año 2018 son menores en comparación al año 2012. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 411), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

**Figura 12**

Volumen anual de vertimientos de aguas residuales industriales autorizadas



Nota. Con la intención de compartir la información de manera más detallada, INEI muestra los volúmenes de aguas residuales en el año 2018 por departamentos, teniendo a Lima con la mayor demanda de vertimientos. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 411), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

**Figura 13**

Volumen de importación



Nota. La aplicación de fertilizantes tiene consecuencias negativas en el medio ambiente como la acidificación y erosión de suelos, además de contaminar las aguas superficiales y subterráneas por infiltración. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 414), por INEI, 2019, www.inei.gob.pe.

**Figura 14**

Volumen anual por vertimiento de aguas residuales industriales

Departamento	Total	Minería	Pesquera	Hidrocarburo	Energía	Industria	Saneamiento	Agricultura
<b>Total</b>	<b>522 336 831</b>	<b>81 489 818</b>	<b>3 780 481</b>	<b>155 100</b>	<b>46 970 591</b>	<b>2 051 861</b>	<b>387 038 458</b>	<b>850 522</b>
Amazonas	459 164	-	-	-	-	-	459 164	-
Ancash	5 348 068	5 203 440	90 287	-	7 621	46 720	-	-
Apurímac	5 118 587	942 310	-	-	-	-	3 738 277	438 000
Ayacucho	1 252 189	330 392	-	-	-	-	921 797	-
Cajamarca	1 526 505	1 526 505	-	-	-	-	-	-
Callao	922 361	-	922 361	-	-	-	-	-
Cusco	357 299	169 360	-	111 307	-	-	76 632	-
Huancavelica	3 212 888	3 212 888	-	-	-	-	-	-
Huánuco	36 296	-	-	-	818	-	35 478	-
Ica	13 474 349	13 154 600	116 400	-	-	-	203 349	-
Junín	36 236 051	34 890 464	-	7 200	1 338 387	-	-	-
La Libertad	11 260 918	9 277 260	1 580 965	-	-	-	-	402 693
Lima	383 062 314	7 312 163	349 728	-	485 057	1 275	374 914 091	-
Loreto	42 316	-	-	36 593	-	5 723	-	-
Moquegua	159 759	-	159 759	-	-	-	-	-
Pasco	437 198	294 374	-	-	-	11 634	131 190	-
Piura	47 664 450	-	560 981	-	45 129 200	1 944 720	29 549	-
Puno	3 273 147	2 094 929	-	-	-	-	1 178 218	-
San Martín	5 360 542	-	-	-	-	-	5 350 713	9 829
Tacna	3 090 843	3 081 133	-	-	-	9 710	-	-
Ucayali	41 587	-	-	-	9 508	32 079	-	-

Nota. Se puede apreciar un resumen de los vertimientos de aguas residuales por actividad económica por departamentos, concluyendo así que las actividades que más residuos generan son la minería en la ciudad de Junín con 34 890 464 m<sup>3</sup>, y el saneamiento en la ciudad de Lima con 374 914 091 m<sup>3</sup>. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 436), por INEI, 2019, www.inei.gob.pe.

**Figura 15**

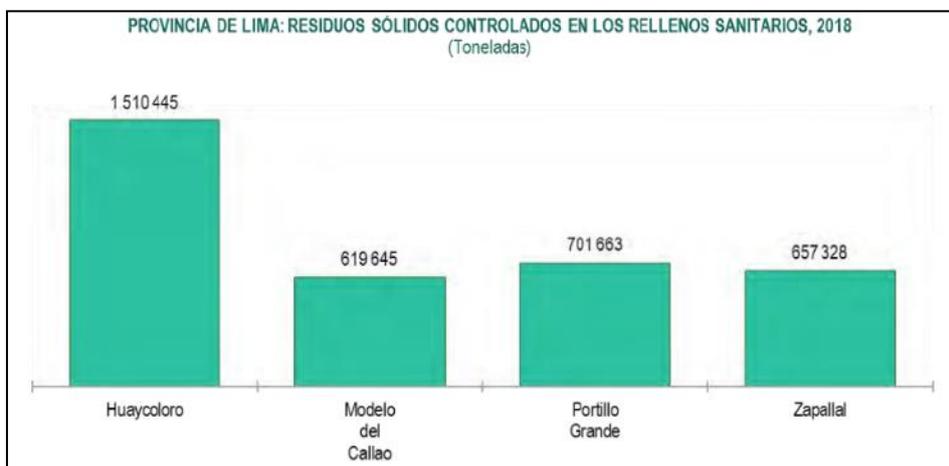
Residuos sólidos



Nota. Según el reporte de INEI en el 2019, en los tres últimos años ha venido en aumento la generación de residuos sólidos en la provincia de Lima. Los distritos más incidentes son San Juan de Lurigancho, San Martín de Porres y Lima. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 412), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe)

**Figura 16**

Residuos sólidos controlados



Nota. La municipalidad de Lima Metropolitana a través de la división de gestión de residuos sólidos de la sub gerencia de medio ambiente elaboraron el reporte de residuos sólidos controlados en los rellenos sanitarios, informando que en el año 2018 al relleno sanitario Huaycoloro ingresó la mayor cantidad de residuos sólidos. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 413), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).

**Figura 17**

Generación de residuos sólidos domiciliarios

1. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS DIARIA Y ANUAL POR DEPARTAMENTO, 2016-2017				
Departamento	2016		2017	
	(T/día)	(T/año)	(T/día)	(T/año)
<b>Total generación municipal</b>	19 190,3	7 005 576,2	19 412,7	7 085 644,2
<b>Total generación domiciliaria</b>	13 433,2	4 903 903,3	13 589,0	4 959 950,9
Amazonas	97,8	35 698,2	98,6	36 003,3
Áncash	407,8	148 850,2	400,3	146 091,6
Apurímac	110,5	40 331,6	110,7	40 392,6
Arequipa	571,3	208 531,6	576,9	210 551,6
Ayacucho	203,6	74 312,7	223,9	81 706,3
Cajamarca	276,1	100 792,6	273,9	99 967,2
Callao	610,5	223 586,8	625,7	228 384,5
Cusco	419,1	152 967,1	429,4	156 747,7
Huancavelica	68,1	24 864,4	67,9	24 780,1
Huánuco	163,6	59 710,6	163,1	59 532,3
Ica	357,6	130 528,2	361,1	131 804,2
Junín	467,1	170 501,0	488,4	178 268,0
La Libertad	728,7	265 983,7	746,2	272 369,6
Lambayeque	570,4	208 203,7	585,7	213 775,7
Lima	5 918,5	2 160 253,2	5 951,9	2 172 446,9
Loreto	411,1	150 052,1	391,0	142 710,6
Madre de Dios	53,4	19 473,9	53,8	19 629,6
Moquegua	67,6	24 692,2	68,2	24 889,7
Pasco	72,0	26 295,8	75,5	27 574,5
Piura	754,6	275 419,6	764,3	278 953,1
Puno	314,7	114 858,7	336,3	122 742,3
San Martín	300,5	109 700,4	301,6	110 087,6
Tacna	140,6	51 299,6	142,1	51 872,1
Tumbes	99,9	36 444,1	102,6	37 438,2
Ucayali	248,1	90 551,3	249,9	91 231,6

Nota. En la tabla mostrada se puede observar las toneladas de residuos sólidos por día y año de los diferentes departamentos del Perú. Teniendo a Lima como el departamento con mayor generación de residuos con 2 160 253.2 ton y 2 172 446.9 ton en los años 2016 y 2017 respectivamente. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 441), por INEI, 2019, [www.inei.gov.pe](http://www.inei.gov.pe).

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), en los últimos 100 años en el Perú ha sido utilizado el sistema constructivo convencional, que cuenta con tres factores importantes como la mano de obra, materiales y equipos. Y esto se debe a su facilidad de implementación y bajos costos de mano de obra. Debido a la evolución de la construcción, las empresas constructoras en Latinoamérica han innovado en sus sistemas constructivos debido a la demanda de la ejecución de obras, esto con la intención de hacer negocios con más utilidades y manteniendo la sostenibilidad en el tiempo.

Es así como nace la idea de la prefabricación de elementos estructurales, dos de las principales ventajas del uso de elementos prefabricados, como sistema constructivo, son la reducción del tiempo de ejecución de obras, pues se optimiza todas las actividades correspondientes a la producción su variabilidad dependiente del rendimiento de la mano de obra y el manejo de materiales y equipos. También se reduce la mano de obra, y esto se debe a que los elementos prefabricados son ensamblados en una planta. Evitando las actividades como el habilitado de acero para columnas, placas y losas. (Jaillon & Poon, 2014)

### **Figura 18**

Elementos estructurales prearmados



Nota. Como se puede apreciar en la imagen, los elementos estructurales como el prefabricado llegan a obra para su posterior izaje y colocación. Es evidente que la gran producción de elementos reducirá la mano de obra y el tiempo en el habilitado de acero. Elaboración propia.

## Figura 19

Núcleos prearmados en cisterna



Nota. Se observa las columnas y placas prefabricadas, y su optimización en los tiempos de ejecución, puesto que los dichos elementos sobrepasan el vaciado programado (nivel de encofrado), lo cual facilitaría la rapidez para el encofrado del siguiente nivel. Elaboración propia.

De todo lo expuesto líneas arriba, podemos concluir que la construcción es una actividad económica el cual impulsa el desarrollo de un país, en este caso el Perú. Y trae consigo la generación de residuos, emisiones de gases, fluidos residuales, ruido y otros.

Es por ello que nos detenemos a realizar un análisis de las actividades de los sistemas constructivos y el impacto ambiental generado en las obras de infraestructura.

### 1.1.2 Problema General

¿En qué medida los sistemas constructivos generan impactos ambientales en las obras de infraestructura?

### 1.1.3 Problemas Específicos

- ¿En qué medida el sistema constructivo convencional genera impactos sobre el sistema biofísico en las obras de infraestructura?
- ¿En qué medida el sistema constructivo convencional genera impactos sobre el Sistema socio-económico en las obras de infraestructura?
- ¿En qué medida el sistema constructivo prefabricado genera impactos sobre el sistema biofísico en las obras de infraestructura?
- ¿En qué medida el sistema constructivo prefabricado genera impactos sobre el sistema biofísico en las obras de infraestructura?
- ¿En qué medida el sistema constructivo prefabricado genera impactos sobre el sistema socio-económico en las obras de infraestructura?

## 1.2. Objetivo General y Específico

### 1.2.1 Objetivo General.

Analizar las actividades de los sistemas constructivos con la finalidad de determinar el impacto ambiental a través de herramientas ambientales

El objetivo planteado será alcanzado mediante la calificación (determinación de la Importancia o también llamado Significación) de los impactos ambientales generados por los sistemas constructivos planteados a través de la matriz de Leopold; para ello se debe analizar cada una de las actividades y los efectos en cada uno de los factores, elementos, medio y sistemas ambientales, los cuales forman parte de los objetivos específicos propuestos en la presente investigación.

### 1.2.3 Objetivos Específicos.

- Analizar las actividades del sistema constructivo convencional para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema Biofísico.
- Analizar las actividades del sistema constructivo convencional para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema socio-económico.
- Analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema Biofísico.
- Analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema socio-económico

### 1.3 Delimitación de la Investigación Temporal, Espacial y Temática

#### 1.3.1 Temporal

La presente tesis se llevará a cabo entre los meses de junio a diciembre del año 2020. Por otro lado, dentro del análisis documental con el que se cumplirán los objetivos planteados, contamos con información que corresponde a la obra “Centro de Distribución Molitalia - Lurín” ejecutada entre los meses de mayo a diciembre del año 2019.

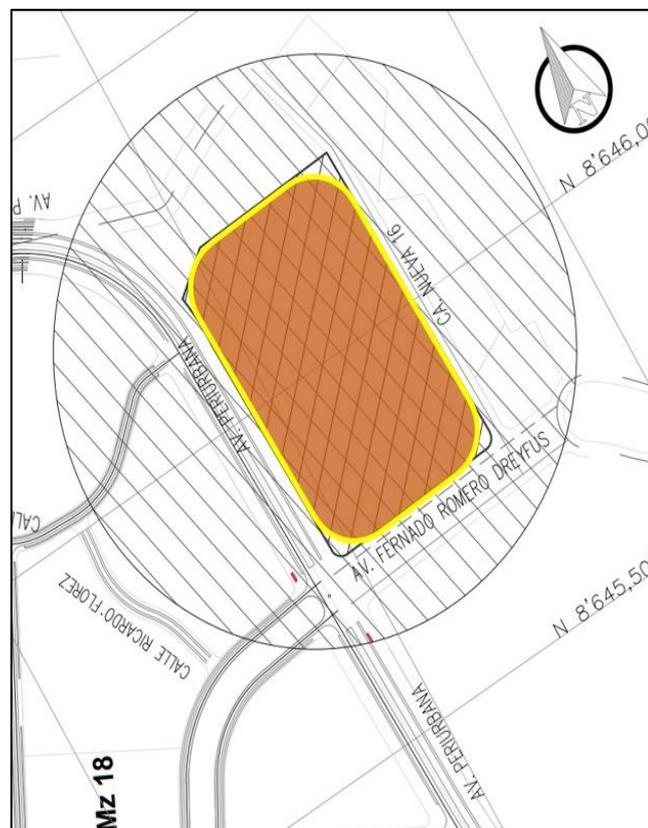
#### 1.3.2 Espacial

Como base de Análisis de la presente investigación, se recolectará datos de la obra: “Centro de distribución Molitalia – Lurín”, tales como actividades de la construcción.

El proyecto está orientado de sur a norte paralelo a la Vía Periférica, los ingresos peatonales y vehiculares se ubican en la Av. Fernando Romero Dreyfus.

### Figura 20

Localización



Nota. Elaboración propia.

**Figura 21**

Alcance del proyecto



Nota. Elaboración propia.

### 1.3.3 Temática

Las bases temáticas tomadas en cuenta para la presente investigación serán tomadas de libros como “Evaluación de Impacto ambiental” publicado en Madrid en el año 2005, el cual nos brinda los siguientes métodos de aplicación para la evaluación de impactos ambientales:

Métodos para identificar impactos:

- Lista de revisión
- Cuestionarios del Banco Mundial
- Diagramas de redes y método Sorensen
- Matriz de interacción entre factores

Métodos para evaluación de impactos:

- Matriz de Leopold
- Método Battelle-Columbus
- Método Galletta

- Análisis energético Mc Allister
- Guías metodológicas del MOPU

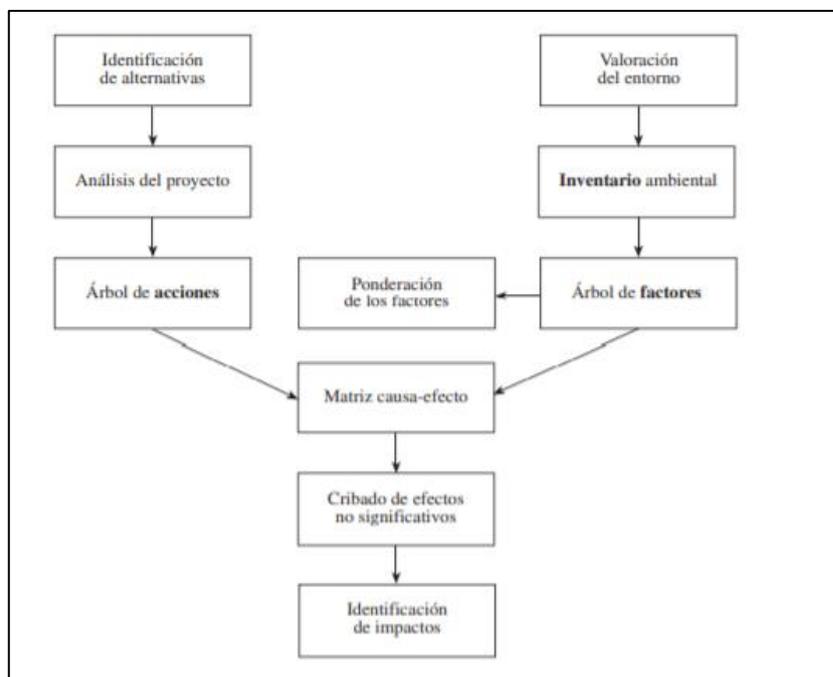
Por otro lado, también se trabajará con el “Plan de manejo ambiental Campamento sub base 28 de Julio lote 138” elaborado en el año 2011, de cual extraeremos la siguiente información:

- Matriz de identificación e interacción de impactos potenciales – directos e indirectos.
- Calificación por Significación
- Matriz de valoración de impactos
- Matriz de significación

La experiencia en obras de infraestructura es sustancial en la presente investigación, ya que contamos con las vivencias de cada una de las partidas que se ejecutan. El cual nos permitirá identificar las actividades a realizarse durante el tiempo de ejecución de la obra debido al sistema constructivo convencional.

**Figura 22**

Identificación de impactos



Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental, por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

Por otro lado, debido a los acontecimientos actuales que afronta el mundo debido al virus COVID-19 que se encuentra en las calles, las visitas a obra y reunión con los ingenieros involucrados en el proyecto de análisis no son posibles de realizarse. Es por ello que el análisis de la investigación será estrictamente documentario.

## 1.4 Justificación e Importancia

### 1.4.1 Justificación del Estudio

#### 1.4.1.1 Conveniencia

La tesis a desarrollar tomará como referencia los diferentes estudios relacionados a temas de medio ambiente, ejecución de obras y sistemas constructivos, con la finalidad de ampliar el panorama informativo relacionado al tema en cuestión. Contar con información respecto al impacto ambiental, los sistemas constructivos y los documentos de obra, hacen posible el análisis documentario planteado.

#### 1.4.1.2 Relevancia Social

El presente estudio va dirigido a los ingenieros civiles interesados en ampliar sus conocimientos acerca del impacto ambiental en el medio ambiente generado en la ejecución de obras y debido a los sistemas constructivos empleados.

#### 1.4.1.3 Aplicaciones prácticas

Evidentemente, la presente tesis tiene como finalidad determinar el impacto ambiental generado por los sistemas constructivos convencionales y prefabricados, con la intención de intentar conservar el medio ambiente.

### 1.4.2 Importancia

En la actualidad existen estudios comparativos de los sistemas constructivos convencional y prefabricado con enfoques constructivos, costos y de plazos. En esos casos se han demostrado ciertas ventajas en el segundo sistema en mención.

Sin embargo, existe muy poca información enfocada en el medio ambiente. Y es que hoy en día, como sabemos, el ser humano viene destruyéndolo debido a todas las actividades realizadas en los distintos rubros que impulsan la economía de los países en el mundo. Y el sector Construcción no es la excepción.

El aporte a la ingeniería civil que se puede derivar de la presente investigación es la de conocer si la aplicación del sistema constructivo prefabricado tiene impactos negativos menores al sistema convencional y así promover su uso, basado en un enfoque de sostenibilidad ambiental. Y esto debido a que se determinará la significación de los efectos de las actividades de los sistemas constructivos en los sistemas ambientales. Y en base a los resultados, realizar comparaciones.

Esta investigación va dirigida a todos los ingenieros civiles interesados en trabajar en ejecución de obras de manera amigable con el medio ambiente, una forma de trabajo que viene creciendo lentamente en el sector construcción.

Además, conociendo si el sistema prefabricado causa menor daño ambiental y promoviendo su aplicación, estaremos colaborando con el cuidado del medio ambiente. Y de esta manera estaremos preservando la existencia humana en el mundo.

#### 1.4.3 Viabilidad

Con referencia a la viabilidad de la presente tesis, se utilizara material de información digital como libros, revistas científicas, repositorios académicos, para ampliar los conocimientos y poder realizar la correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales, también se utilizara material propio de la ejecución de la obra, como el presupuesto de obra, memoria descriptiva y apus, cabe señalar que la experiencia previa en obra es beneficiosa ya que nos brinda información valiosa de la realidad problemática para el posterior desarrollo de la presente investigación.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del Estudio de Investigación

#### 2.1.1 Investigaciones Nacionales

Aroquipa Velásquez (2014). En la tesis “Procesos constructivos en edificaciones y sus impactos ambientales con relación a una producción limpia y sostenible” desarrollada en Puno, señala que la construcción es una de las actividades en permanente desarrollo y la cual genera impacto ambiental en todas las etapas que se realice, para lo cual se evaluaron la incidencia que tienen los impactos ambientales generados por los procesos constructivos convencionales en edificaciones con respecto a la calidad de la ejecución, la producción sostenible y limpia.

Las variables y dimensiones que desarrolladas por el autor nos permiten tener una noción de las posibles dimensiones a tomar en cuenta para la presente investigación, dentro de ellas se considera: agua, energía, materiales, residuos sólidos, aire y suelo. Además, menciona temas relacionados al medioambiente, como la construcción sostenible, control operacional en los procesos constructivos convencionales realizando un enfoque basado en ontología para la gestión integrada del medio ambiente.

Finalmente, el autor concluye que existe una relación directa del impacto ambiental y el proceso constructivo convencional, siendo las partidas de concreto armado, concreto simple y carpintería las de mayor incidencia en la generación de impacto ambiental.

Chávez Vargas (2014). En la investigación “Estudio de la gestión ambiental para la prevención de impactos y monitoreo de las obras de construcción de lima metropolitana”, que se desarrolla en Lima, señala que a inicios del año 2006 el gobierno peruano impulsa el sector construcción a través del plan nacional de vivienda 2006 – 2015. Sin embargo, esta actividad creció de manera desordenada en el ámbito urbanístico y ambiental, para lo cual se propuso elementos para aplicar una metodología de gestión que nos permita prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales generados en las obras.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor son: la prevención de impactos en la construcción, los residuos sólidos en el sector construcción en la cual intervienen la clasificación, el ciclo de vida de los residuos sólidos y la gestión ambiental en la construcción. Las dimensiones de la presente tesis nos permiten conocer el proceso del ciclo de vida de los residuos sólidos el cual es uno de los impactos de mayor incidencia en las obras de construcción, así como la gestión ambiental en la construcción.

La investigación concluye que las obras de construcción se genera impactos ambientales, pero estos pueden ser prevenidos y gestionados, desde el inicio del proyecto en la fase de planificación y posteriormente programar medidas preventivas con el fin de reducir el impacto social, económico y ambiental.

Huaróc Bravo (2019). En la tesis “Relación del nivel de aplicación de la ISO 14001 y el nivel de impacto ambiental en la empresa Electrocentro S.A. Huancayo-2017” que se desarrolla en Huancayo, señala que debido al incremento de uso del ISO 9000 y el continuo desarrollo de la gestión ambiental en la década de los ochenta, la organización internacional de la estandarización (ISO) creó una norma que estandariza la gestión ambiental ISO 14001, en el Perú el Ministerio del Ambiente regula la gestión ambiental mediante la ley general del ambiente y la OEFA, para lo cual se determina la relación de aplicación del ISO 14001 y el nivel de impacto ambiental en la empresa Electrocentro S.A.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor son: el impacto ambiental generado por la contaminación del agua, aire, suelo y el agotamiento de recursos. Y sirven como referencia para proponer las dimensiones de la presente tesis.

La investigación concluye que mediante el factor r de Pearson con un nivel de significancia del 5% existe relación directa media y significativa entre el ISO 14001 y el impacto ambiental, contaminación del agua, aire, suelo y el agotamiento de recursos.

Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020). En la tesis “Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares” que se desarrolla en Lima, aduce que los procesos constructivos convencionales se caracterizan por depender de los materiales y mano de obra. Por ende, existe una variabilidad en el tiempo y costo, ocasionando pérdidas. A su vez la mano de obra interviene en las partidas con mayor incidencia como encofrado, concreto y acero, por lo cual se determinó la factibilidad económica del sistema constructivo prefabricado como el reemplazo del convencional en edificaciones de concreto armado multifamiliares de 5 a 10 pisos en Lima NSE B.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten conocer los beneficios de la utilización del sistema constructivo prefabricado en sustitución del sistema tradicional. Y también, nos muestra la existencia de investigaciones relacionadas al sistema constructivo prefabricado y convencional con un enfoque basado en la ingeniería civil.

La investigación concluye que, de acuerdo al estudio, se puede confirmar la factibilidad del sistema prefabricado, debido a que la alta demanda de construcciones, así como el crecimiento vertical en la ciudad de Lima hacen que las empresas se enfoquen en soluciones a corto plazo y que sean rentables, como los prefabricados.

Aguilar Paredes (2018). En la tesis “Impactos ambientales producidos en la construcción de la carretera Pachilanga- Pomabamba, respecto a lo declarado en el estudio de impacto ambiental” que se desarrolla en Cajamarca, señala que la construcción de carreteras es una actividad con potencial daño al medio ambiente, el cual ocasiona degradaciones al ambiente, como pérdida económica y ecológica, para lo cual se compara los impactos ambientales que se generan en la construcción de la carretera con respecto a lo declarado en el EIA.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten conocer los impactos ambientales generados por la construcción de la carretera, así como los métodos para la identificación de impactos y la

valoración cualitativa de las acciones impactantes y los factores ambientales.

La investigación concluye que, se encontró 146 impactos ambientales, de los cuales predominan los impactos negativos compatibles y moderados con 41.10% y 34.93% y positivos compatibles y moderados son de 6.85% y 15.75% respectivamente, las acciones de mayor impacto ambiental son movimiento de tierras y explotación de canteras.

### 2.1.2 Investigaciones Internacionales

Valenzuela Rosas (2018). En la tesis “Evaluación de los sistemas constructivos para edificios de mediana altura con elementos de hormigón prefabricado” que se desarrolla en Chile, señala que de acuerdo al balance de vivienda social y entorno urbano 2017 dispuesto por la cámara chilena de la construcción, se observó el déficit habitacional. Y se tuvo la necesidad de migrar lo tradicional a mayores estándares mediante los sistemas constructivos industrializados, para lo cual se evaluó los sistemas constructivos en edificios de mediana altura utilizando elementos de hormigón prefabricado y la comparación de plazo, costos.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten conocer los beneficios y desventajas brindadas por el uso del sistema constructivo prefabricado comparado con el convencional, con fines informativos.

Una de las conclusiones de la investigación, basado en un enfoque ambiental, es que se redujo un 50% los residuos en la construcción prefabricada, a su vez tiene mayor aporte en la gestión de residuos y menores costos. En lo social hay una mejoría en cuanto a la contaminación acústica y polvo en suspensión.

Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016). En la tesis “Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de construcción” que se desarrolla en Colombia y aduce que el sector construcción genera un gran impacto ambiental debido a las formas de extraer, transportar y manipular los materiales propios del sector, sin dejar de lado la emisión de contaminantes propios de las actividades de la construcción, para lo cual

se identificará los impactos ambientales generados por el uso de maquinarias con el fin de brindar soluciones para reducir el impacto al medio ambiente.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten entender cuáles son los impactos ambientales generados por las maquinarias de construcción tales como material particulado, ruido o emisiones acústicas, vibraciones, emisiones atmosféricas y contaminación de agua superficial.

La investigación concluye en que existe una afectación directa del uso de maquinarias en la construcción con los componentes del medio ambiente, por lo cual debemos realizar un estudio previo al inicio del proyecto para poder identificar, evaluar y prevenir los impactos ambientales en la construcción.

Franchi López (2019). En la tesis “Análisis del Ciclo de Reciclaje de los Materiales de Construcción en Referencia al Proceso de la Edificación” desarrollada en Valencia (España) y señala que a nivel mundial el sector de la construcción tiene una participación mayor en cuanto a residuos, con valores cerca al 35%, sin embargo, en España es de 70%, por lo cual se pretende establecer una guía para operar residuos de materiales, así como su reciclaje y también se incentive a las empresas constructoras al reciclaje de residuos de la construcción.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten tener contribuciones ya que nos muestra otra perspectiva de como identificar, generar y minimizar los residuos sólidos, su uso, transporte y la disposición final.

La investigación concluye que faltan incentivos a las empresas para que mejoren la separación de los residuos de construcción y demolición para tener un mejor aprovechamiento, reusarlos o venderlos como material reciclado a las empresas que lo requieran y así minimizar los residuos que van a la disposición final.

Pérez Arévalo (2015). En la tesis “Manejo sostenible de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición de edificaciones” que se desarrolla en Ecuador, afirma que la gestión de los residuos resulta beneficiosa en diferentes países debido a su contribución en la disminución del impacto ambiental, en el Ecuador aún no se realiza esta práctica, por lo cual se propone disminuir los impactos ambientales generados por la construcción y demolición obras de edificaciones.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos han permitido tener contribuciones como el plan de manejo ambiental ya que es de mucha utilidad de manera preventiva e informativa para la mitigación de impactos generados en las obras, así como el plan de capacitación ambiental.

La investigación concluye que el volumen generado por los RCD se puede reducir durante todo el proceso constructivo, minimizando, reutilizando y reciclando, es decir darle la valorización a los RCD.

García Álvarez (2015). En la tesis “Guía de buenas prácticas ambientales de manejo de los impactos ambientales asociados a la construcción de edificaciones en la ciudad de Cuenca” que se desarrolla en Ecuador y nos explica que durante la última década existe un incremento significativo en la construcción de edificaciones en la ciudad de la Cuenca, debido a estas construcciones es que se provoca los cambios en el ambiente de los corredores biotecnológicos en los ríos Tomebamba y Yanuncay, para lo cual se elabora una guía de prácticas ambientales y manejos de impactos en la construcción.

Las variables y dimensiones desarrolladas por el autor nos permiten tener contribuciones como la guía, la cual nos permite tener referencia para la aplicación de medio ambiente, además de ampliar el panorama informativo para la aplicación de las empresas.

La investigación concluye que se diseñó la guía ambiental de manera práctica y sistemática en la cual se propone tener presente los impactos de mayor relevancia en la construcción de edificaciones.

## 2.2 Bases Teóricas Vinculadas a la Variable o Variables de Estudio

### 2.2.1 Sistemas Constructivos

#### 2.2.1.1 Sistema Constructivo Convencional.

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020). Las obras de infraestructura, pueden estar compuestas de estructuras formados por sistemas de pórticos y placas de concreto armado en todos los pisos, calzaduras, zapatas y vigas de cimentación. Los techos pueden ser de losa aligerada o losa maciza.

En este tipo de sistema constructivo, se utiliza encofrados convencionales de madera o tipo caravista si en caso se quiere un mejor acabado. En el inicio de actividades se debe calcular el volumen de concreto, así como la cantidad de acero que se utilizará para la obra. Durante el proceso constructivo se debe verificar que los elementos estructurales cuenten con el recubrimiento según especificaciones técnicas del proyecto, para un debido cuidado del acero. Además, el acero debe ser protegido frente a la humedad para así evitar su oxidación.

#### a) Cimentaciones.

Según la Norma Técnica E. 050 Suelos y Cimentaciones (2018) “elemento que transmite al suelo las cargas de la estructura” (p. 25)

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), “actúan como base de las columnas y trabajan de forma independiente” (p. 22).

#### b) Columnas.

“Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión” (Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), “actúan como base de las columnas y trabajan de forma independiente” (p. 23).

### Figura 23

Acero en cimentaciones



Nota. Habilitado y colocado de acero en zapatas y columnas, previo a la actividad de vaciado. Elaboración propia.

#### c) Muro de corte o placa.

Según la norma técnica de edificación E.060 concreto armado (2009), “muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales” (p. 16).

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), “los muros de corte o placas dan resistencia a la estructura en función de fuerzas horizontales de sismo” (p. 23).

## Figura 24

Encofrado en obra



Nota. Actividades de encofrado en muros de corte o placa, previo a la actividad de vaciado. Elaboración propia.

### d) Vigas.

Según la norma técnica de edificación E.060 concreto armado (2009), “elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante” (p. 17).

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), “son los elementos horizontales que transmiten las cargas a las columnas” (p. 23).

## Figura 25

Acero en vigas.



Nota. Actividades habilitado y colocado de acero en vigas, previo a la colocación de prelosas. Elaboración propia.

### e) Losas.

Según la norma técnica de edificación E.060 concreto armado (2009) la losa se define como “elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno” (p. 15). También es utilizado como diafragma rígido para que, frente a cargas horizontales de sismo, se mantenga la unidad de la estructura.

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), “son losas conformadas por viguetas de concreto armado, ladrillos de ocho (8) huecos o tecnopor, estos elementos sirven para aligerar la losa, en el caso de maciza, está formada por varillas de acero y concreto” (p. 23).

## Figura 26

Acero en losas



Nota. Actividades habilitado y colocado de acero en losas, previo a la actividad de vaciado. Elaboración propia.

f) Escaleras.

Según la norma técnica GE 0.40 uso y mantenimiento (2009), “elemento de la edificación con gradas, que permite la circulación de personas entre los diferentes niveles. Sus dimensiones se establecen sobre la base de flujo de personas que transitarán por ella y el traslado del mobiliario” (p. 3).

### 2.2.1.2 Sistema Constructivo Prefabricado.

Según IC Corporativo (2016), el sistema constructivo prefabricado trata de armar y fundir en concreto reforzado los elementos estructurales que se utilizaran en la construcción de la edificación, se producen en planta para que posteriormente sean trasladados a la obra para el montaje y soldados a través de unos vínculos en las esquinas del elemento estructural, es así como se puede lograr una estructura monolítica.

Debido a la evolución de este sistema constructivo, las plantas de producción se han flexibilizado de tal manera que los elementos estructurales y no estructurales se puedan elaborar in-situ haciendo aún más eficiente el sistema, ya que se reduciría el transporte de los elementos estructurales y también se reduce considerablemente el costo directo.

## Figura 27

Realización de montaje de elementos prefabricados



Nota. Tomado de Prefabricación de viviendas de Interés Social en Concreto, por IC Corporativo, 2016, [www.360enconcreto.com](http://www.360enconcreto.com)

La Norma Técnica E.060 Concreto Armado (2009) indica:

El diseño de elementos prefabricados y sus conexiones debe incluir las condiciones de carga y de restricción, desde la fabricación inicial hasta completar la estructura, incluyendo el desencofrado, almacenamiento, transporte y montaje. En las estructuras prefabricadas, se requiere de una especial atención en el diseño de las conexiones para minimizar o transmitir, según sea el caso, las fuerzas debidas a retracción, flujo plástico, variación de temperatura, deformaciones elásticas, asentamientos diferenciales, viento y sismo (p. 128).

a) Habilitación de elementos prefabricados.

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), los prefabricados pueden ser de 3 tipos desde el punto de vista de su habilitación.

a.1) Prefabricados pesados: con pesos mayores iguales a 2 tn, requieren ser fabricados en un taller y ser transportados a obra, su habilitación en obra se hace con equipos de gran capacidad.

a.2) Prefabricados semipesados: con pesos entre 300 kg y 2 tn, pueden ser fabricados en obra, su habilitación en obra se hace con equipos de mediana capacidad.

a.3) Prefabricados livianos: con pesos menores a 300 kg, pueden ser fabricados obra y su habilitación con equipos de baja capacidad.

La habilitación y producción de los prefabricados pueden ser convencionales o pretensados, en cantidades masivas o por unidad, el diseño depende de las especificaciones para su colocación, los parámetros de carga, transporte y montaje en obra.

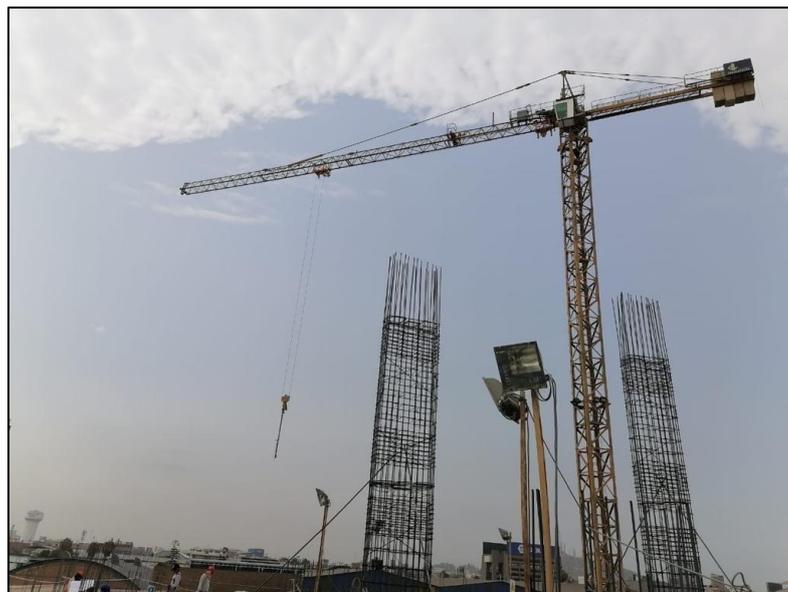
b) Montaje de Elementos prefabricados.

Según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020), para el montaje de los elementos prefabricados de debe tener consideraciones como contar con los planos de detalle de arquitectura (cortes y elevaciones) y estructuras. También, las particularidades de la obra en cuanto al espacio, acceso y pendientes en donde se realizarán las maniobras.

Para que la actividad de montaje sea rentable, se debe contar con una torre grúa, la cual debe tener la capacidad de poder izar los elementos prefabricados en forma vertical similar a la posición y ubicación final que ocupará en el edificio.

**Figura 28**

Torre grúa



Nota. Se puede apreciar la torre grúa utilizada para actividades de izaje en obra.  
Elaboración propia.

## Figura 29

### Prelosas



Nota. Izaje y colocación de prelosas, previo al habilitado de acero correspondiente. Elaboración propia.

La secuencia de montaje según Huapalla García y Fonseca Alvarado (2020) según elementos es el siguiente:

- Prefabricados de Cimiento
- Prefabricados Verticales
- Prefabricados de Cubierta (Losa y Vigas)
- Prefabricados Complementarios
- Prefabricados de Cerramiento.

#### c) Prelosas.

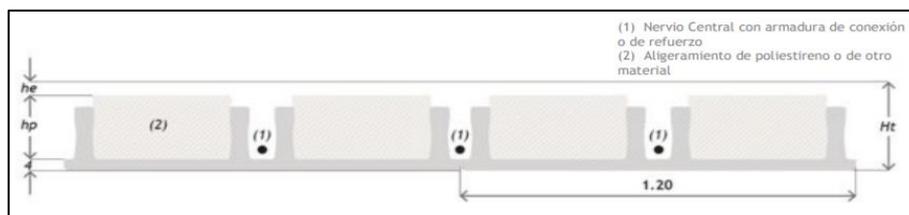
Según la empresa proveedora Prelima (2017), las prelosas unidas al concreto vaciado in situ, son una solución eficiente para la construcción de losas aligeradas y macizas. Además de su aplicación en sótanos y bajos de aparcamientos, es por ello que es recomendable para el uso en todo tipo de obra de infraestructura.

- Diseño: Las prelosas son elementos pretensados conformada por una parte inferior caravista, de espesor de 4.5 cm en donde nacen cuatro venas cuya ubicación y forma son adecuadas para la unión con vigas en las distintas formas de empotramientos.

Las características de las prelosas son de 1.20 y 0.60 m de ancho con nervios de 16 y 22 cm, para peraltes según las especificaciones del proyecto.

**Figura 30**

Esquema de sección transversal de prelosa



Nota. Tomado de Prelosa Prelima Manual Técnico (p. 3), por Prelima, 2017, [www.prelima.com](http://www.prelima.com).

**Tabla 1**

Presentación de distintos diseños de prelosas

Tipo de Prelosa	Ht Altura Total	He	Hp	Consumo de concreto en obra m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Peso kg/m <sup>2</sup>
PRELIMA 16+4	20	4	11.5	56	298
PRELIMA 16+5	21	5	11.5	66	323
PRELIMA 20+5	25	5	15.5	81	360
PRELIMA 22+5	27	5	17.5	78	364
PRELIMA 26+5	31	5	21.5	93	397
PRELIMA 30+5	35	5	25.5	108	429
PRELIMA 35+5	40	5	30.5	119	470

Nota. Tomado de Prelosa Prelima Manual Técnico (p. 4), por Prelima, 2017, [www.prelima.com](http://www.prelima.com).

- **Aislamiento Acústico:** La prelosa con diseño para altura de 30 cm de 3.72 kn/m tiene un aislamiento frente al ruido aéreo de 53 dBA. Puede llegar hasta un aislamiento acústico a ruidos de 56 dBA.
- **Resistencia al Fuego:** La prelosa está diseñada para cumplir con la normativa del fuego en viviendas para 60 min. Y esto se debe a su resistencia mecánica bajo el efecto del calor, la estanqueidad de las llamas, la ausencia de gases inflamables o tóxicos y la limitación de la temperatura.
- **Capacidades Mecánicas:** Debido a su diseño flexible, este permite adaptarse a distintas cargas y luces requeridas del proyecto. La ubicación de los nervios centrales permite aumentar la capacidad de la pieza frente a cargas puntuales, sismos y para la conexión de la losa aligerada del piso a las vigas estructurales.

### **Figura 31**

Prelosa Prelima



Nota. Tomado de Prelosa Prelima Manual Técnico (p. 6), por Prelima, 2017, [www.prelima.com](http://www.prelima.com).

- **Colocación en Obra:** Se colocarán las prelosas antes de colocar la armadura de vigas. Ésta debe ser izada por la torre grúa, la que permitirá instalarla con rapidez y facilidad. Una vez colocada, se

puede perforar para instalaciones sanitarias, eléctricas, etc. según sea necesario. Además, la forma especial de los nervios permite una conexión perfecta con las vigas, muros y otros tipos de elementos.

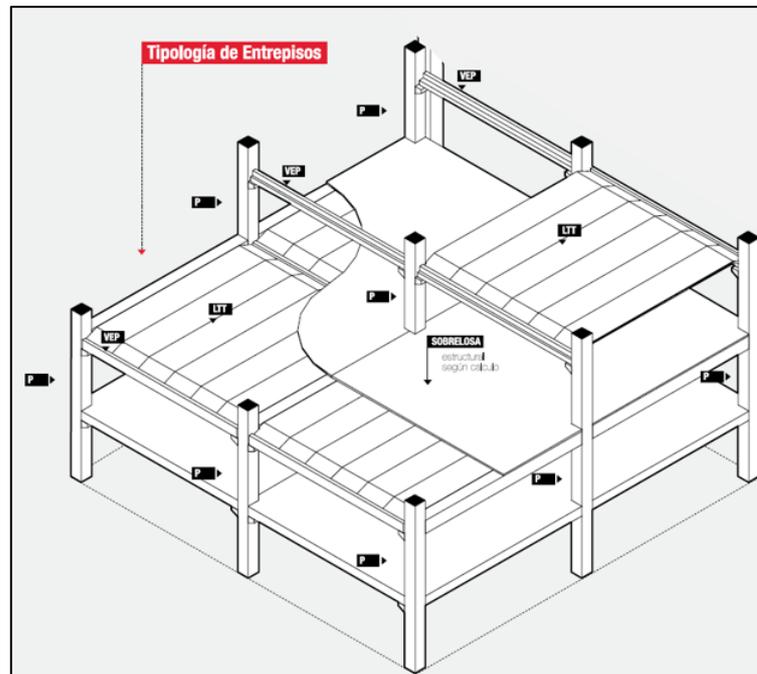
#### d) Sistema Tensocret.

Según Tensocret (2020), “es un sistema constructivo abierto y flexible en hormigón armado y/o pretensado que permite proyectar y construir una gran gama de edificios con sus dos principales tipologías” (p. 2).

- Sistema constructivamente abierto: Permite el uso de una amplia variedad de materiales complementarios, sea estructurales o de terminaciones.
- Sistema constructivamente flexible: Permite diseñar y modelar edificios clásicos de marco rígido o también en base a muros de corte con diafragmas rígidos de losas, en las que se pueden incorporar sistemas de protección sísmica, sea uniones híbridas para controlar daño estructural o bien aislación sísmica basal.

### Figura 32

Tipología de entrepisos

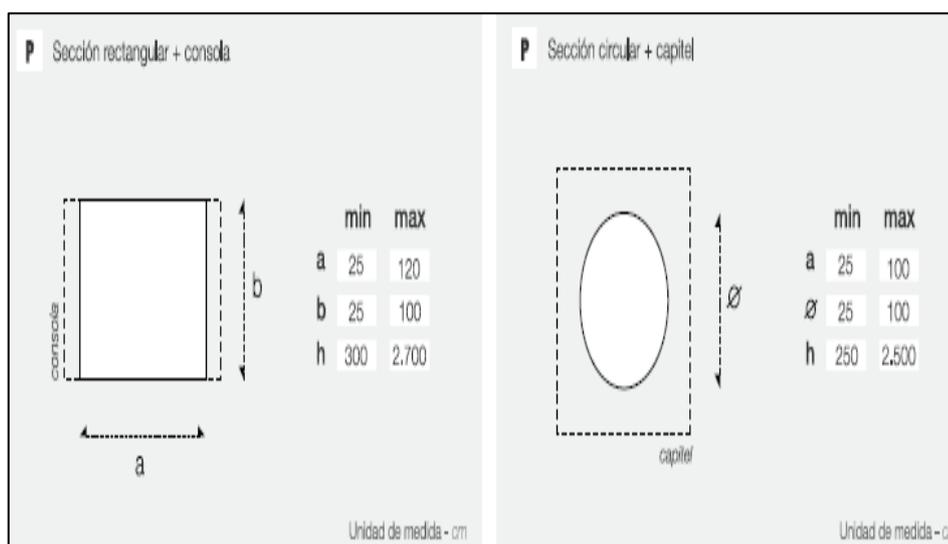


Nota. Adaptado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 2), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

- En la tipología de pisos, las columnas están empotradas en su base a un cáliz o vaso de fundación. Las vigas de entrepiso están apoyadas sobre consolas permanentes de hormigón, diseñándose sus uniones como rígidas o rotuladas.
- “Las losetas nervadas o las prelosas armadas o pretensadas, apoyan directamente sobre las vigas de entrepiso para luego vaciar sobre ellas la sobrelosa estructural in situ” (p. 3). De este modo se genera una unión monolítica entre la loseta y la viga asegurando, de este modo, su comportamiento sísmico conjunto como diafragma rígido.
- A nivel de elementos estructurales de techo, la unión entre columnas con vigas pretensadas puntal y vigas pretensadas de techo de inercia constante o variable, son uniones húmedas, concretadas in situ.

**Figura 33**

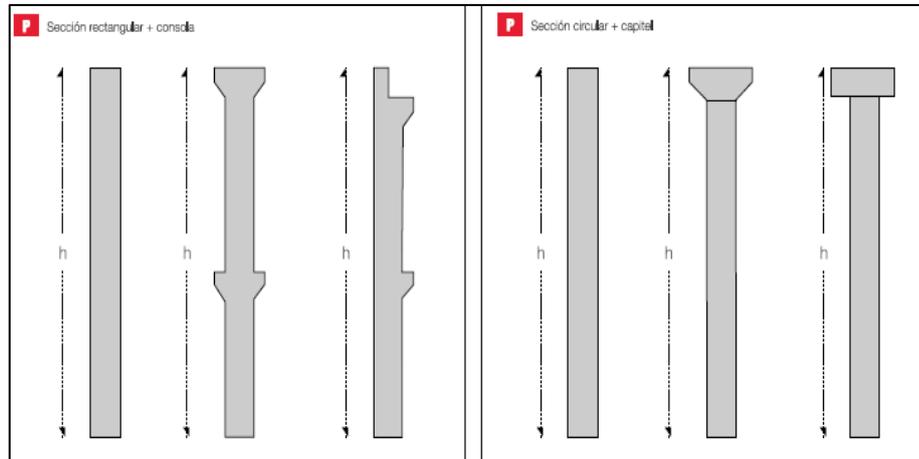
Columnas de sección rectangular y circular (1)



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 3), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

### Figura 34

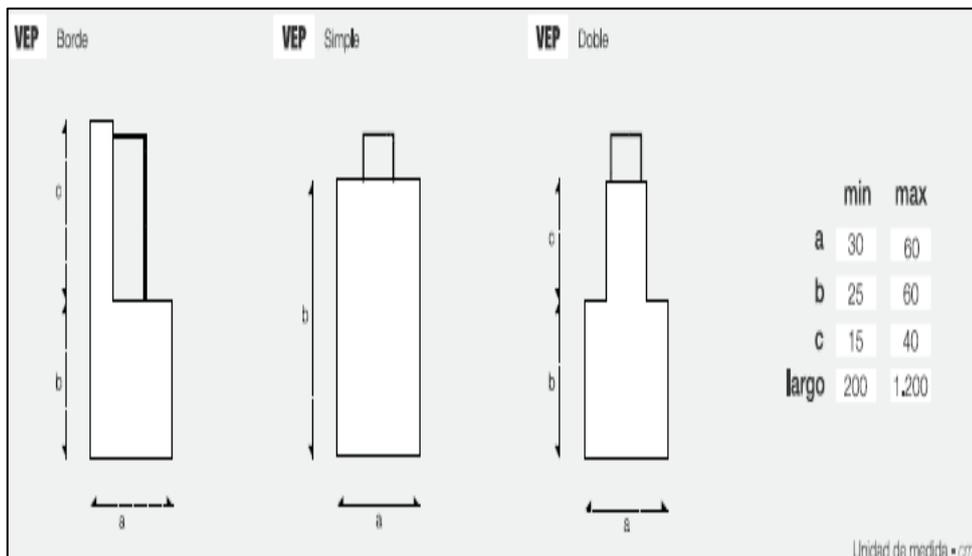
#### Columnas de sección rectangular y circular (2)



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 3), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

### Figura 35

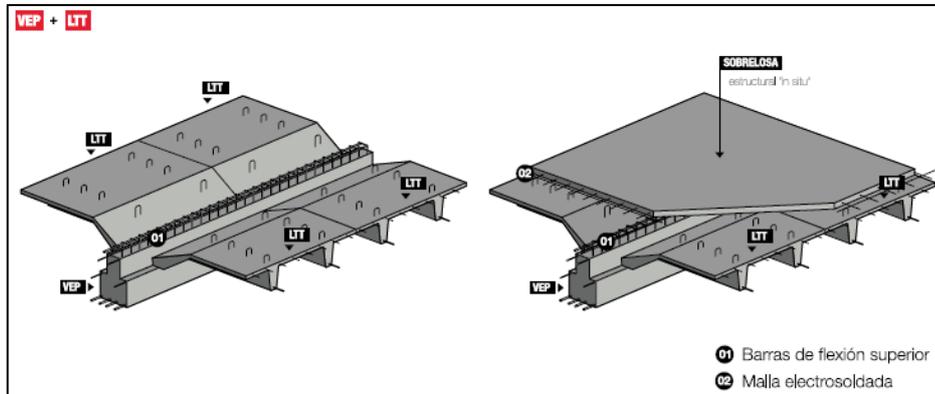
#### Vigas de entrepiso (1)



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 4), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

### Figura 36

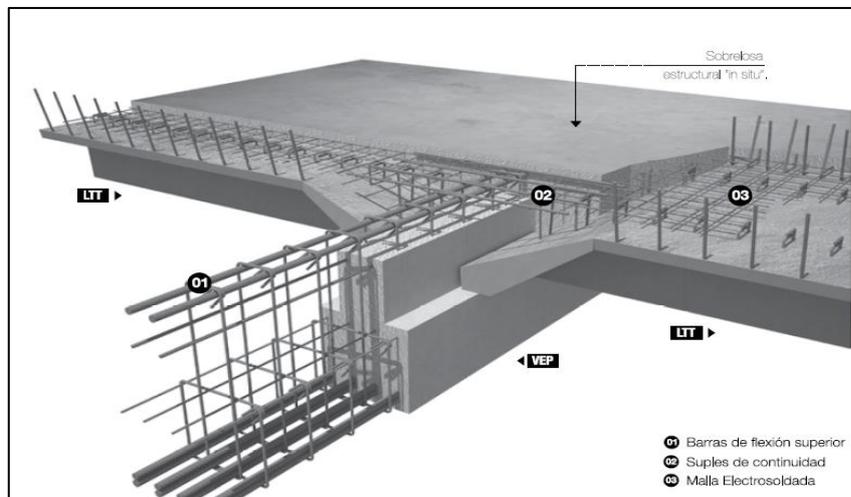
Vigas de entrepiso (2)



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 4), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

### Figura 37

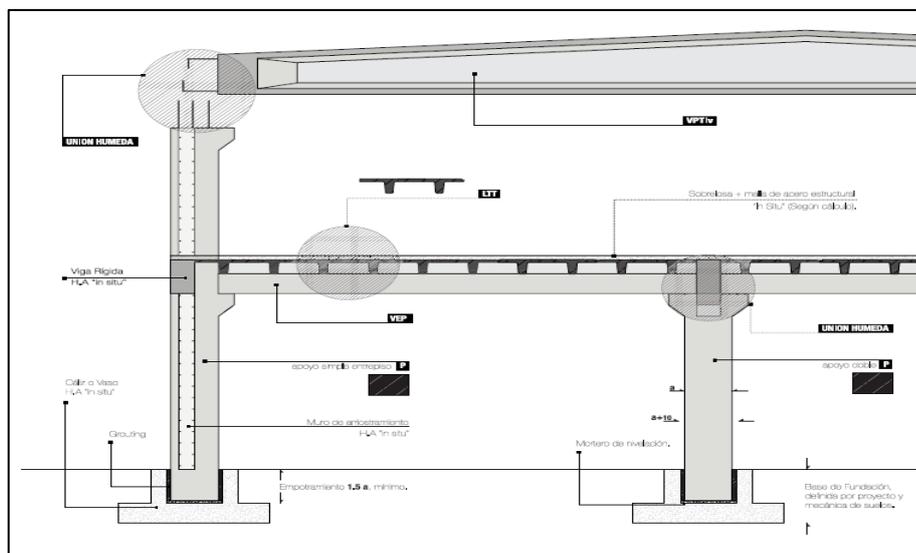
Vigas de entrepiso (2)



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 4), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

**Figura 38**

Detalle de elementos prefabricados



Nota. Tomado de Catálogo Tensocret Sistema Abierto y Flexible (p. 3), por Tensocret, 2020, [www.tensocret.cl](http://www.tensocret.cl)

e) El Acero Prearmado.

Según Orihuela et al. (2019) el acero en obra, es una de las partidas más influyentes en un proyecto de construcción. Enfocado en temas de costo, el acero tiene una incidencia del 12% en el costo directo del presupuesto de obra. Por otro lado, como bien se sabe, el acero es la partida con la que se inicia el tren de actividades, por lo que corresponde al habilitado y colocado impactará en plazo de ejecución de actividades. En términos de calidad, el acero es uno de los materiales más importantes que componen las estructuras (concreto y acero), es por ello que su colocación adecuada es indispensable para el correcto desempeño estructural de la edificación.

- Procesos de la colocación de acero de refuerzo. Dicho proceso está conformado por diseño, metrado, abastecimiento, almacenamiento, habilitado, armado y colocación de acero.

### Figura 39

Proceso tradicional de colocación de acero de refuerzo



Nota. Tomado de Construcción Integral Boletín N° 21 (p. 13), por P. Orihuela et al., 2019, [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

- **Diseño.** Según Orihuela et al. (2019) a partir de los planos arquitectónicos, el especialista de diseño estructural determina el acero de refuerzo como propuesta de optimización del desempeño estructural a través de los planos de estructuras y especificaciones técnicas en donde se muestran el tipo, diámetro, longitud, forma y posición del acero a utilizar. Dicho proceso está conformado por diseño, metrado, abastecimiento, almacenamiento, habilitado, armado y colocación.
- **Metrado:** Con los planos estructurales, los ingenieros realizan el metrado correspondiente. Sin embargo, existe una complicación para ellos, debido a que es la partida más demandante e inexacta de cuantificar en planos y durante la ejecución de la obra. Esto se debe a que no existen planos a nivel de detalles de despiece; y solo se cuentan con planos de cortes y secciones típicas de estructuras.
- **Abastecimiento:** En casos ideales, los ingenieros de oficina técnica en coordinación con producción, realizan el pedido de materiales al proveedor, basados en los planos de estructuras y su programación de actividades. En otros casos, las cantidades son solicitadas directamente por el capataz de acero. Luego de haber sido generada la orden de compra, el proveedor abastece con las cantidades solicitadas, para la posterior utilización en la ejecución de obra civil.
- **Almacenamiento:** Cuando el acero es puesto en obra, se procede con la descarga, ésta puede ser con Hiab o de manera manual. Luego, se

procede con la verificación de las cantidades, para su posterior ubicación en el espacio temporal de almacenamiento.

- **Habilitado:** Este proceso consiste en el corte y doblado de acero de acuerdo al plano de estructuras y especificaciones técnicas. Este proceso se realiza en el banco o taller de fierro provisional, con ayuda de cizallas y cierras circulares para el corte, además de grifas y trampas para el doblado. En base a los planos mencionado anteriormente, el operario encargado procede a recolectar las varillas necesarias, procede a marcarlas y realizar el corte.
- **Armado:** Esta actividad puede realizarse de 2 maneras, la primera es en el banco para un posterior izaje y colocación en su ubicación definitiva. La otra opción es realizar el armado in situ y colocación.
- **Colocación:** Esta actividad consiste en colocar y fijar en su lugar correspondiente los elementos o partes pre armadas y las piezas habilitadas, juntando las uniones y colocando los separadores para cuidar que las piezas no sean movidas. En caso de que los elementos hayan sido pre armados en el banco de acero, este deberá ser transportado con maquinaria de carga, para su posterior colocación. En estos casos se necesitará la ayuda de vientos o elementos para la estabilización de la estructura.

#### **Figura 40**

Armado y colocación



Nota. Tomado de Construcción Integral Boletín N° 21 (p. 14), por P. Orihuela et al., 2019, [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

- Según Orihuela et al. (2019) la integración de procesos en el proveedor de acero de refuerzo, integración hacia adelante: Comúnmente el proveedor de acero se encarga de abastecer de acero en varillas y alambre a las empresas constructoras. Sin embargo, en la última década, algunos proveedores vienen asumiendo parte de las actividades del contratista, como el corte y doblado de acero, ofreciendo así el acero prehabilitado.

El acero prehabilitado tiene ventajas como: reducción del costo de habilitado de acero por ser realizado de manera industrializada, mejor calidad de doblado, menor desperdicio en obra y disminución de traslapes. Sin embargo, este producto no ha sido del todo aceptado debido a que les cuesta tomar la decisión del reemplazo de los fierros.

Con respecto al prearmado y la instalación, el proveedor de acero se hará cargo del prearmado de los elementos y la instalación de las piezas prehabilitadas con los elementos prearmados por ellos mismos. Con esta integración, el proveedor pasará a ser subcontratista de la partida de acero, del cual se hará cargo. Y se hará cargo de la mano de obra.

- La integración de procesos en el proveedor de acero de refuerzo, integración hacia atrás: Como es costumbre, un gran problema para el correcto habilitado, armado y colocado de acero; es la compatibilización de los planos de estructuras y arquitectura con los que se cuentan para la ejecución de actividades. Es por ello que, como concepto de integración, el proveedor viene asumiendo el rol de realizar la compatibilización de planos de estructuras y la responsabilidad de la generación del despiece, de este modo el proveedor se asegura que las piezas vendidas no tengan problemas al ser instaladas.

Comúnmente el proveedor de acero recibe los planos en 2D de estructuras y arquitectura y en base a ello genera los despieces de los elementos estructurales, sin embargo, en esta integración, el

proveedor se encuentra involucrado en la fase de diseño. En conjunto con el ingeniero estructural y el arquitecto, realizan una modelación 3D (BIM). Esto evita el reproceso de despiece, ya que éste sale directamente de la modelación.

f) ACEDIM.

Según Orihuela et al. (2019), hoy en día Aceros Arequipa se encuentra aliado a la empresa IBD, y han lanzado al mercado los 4 niveles de integración. Hasta la fecha se tiene un aproximado de 100 obras concluidas o en proceso, en donde se vienen teniendo grandes ventajas en cuanto plazo, costo y calidad.

**Figura 41**

Integración hacia adelante y hacia atrás



Nota. En la figura 41 se puede observar a comparación del sistema tradicional y el sistema Acedim instalado en cuanto al costo y podemos observar que se tiene un ahorro de 4%. Tomado de Construcción Integral Boletín N° 21 (p. 16), por Orihuela et al., 2019, [www.acerosarequipa.com](http://www.acerosarequipa.com)

## 2.2.2 Sistema Biofísico

Según Garmendia Salvador et al. (2005), el sistema biofísico contiene los siguientes medios:

- Medio Físico o Abiótico
- Medio Biótico
- Medio Perceptual

### 2.2.2.1 Medio Físico o Abiótico

#### a) Clima.

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015), es un elemento importante la caracterización climática del área investigada ya que brinda información básica para poder interpretar aspectos del medio físico.

#### b) Geología y Geomorfología

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015) los efectos de la geomorfología y la geología pueden tener en la construcción de alguna infraestructura, principalmente están ligados a los movimientos de tierras y ocupación del espacio, así como, la explotación de los yacimientos, para obtener los materiales.

El interés del análisis es para la detección de procesos naturales que afectan las características de la infraestructura y también las acciones de proyecto, desmontes, excavaciones, que ayuden a desencadenar procesos naturales existentes o incrementar los ya presentes.

#### c) Hidrología.

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015) “los sistemas acuáticos constituyen un vector importante de transmisión de impactos” (p. 118), cualquier alteración directa que ocurra atrae efectos en puntos que estén alejados o cercanos y las consecuencias son difíciles de prevenir en algunos casos.

d) Suelos.

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015) “cualquier tipo de infraestructura, conlleva la ocupación de una superficie edáfica” (p. 118). La compactación del suelo es la consecuencia de la actividad por maquinaria, es decir, movimiento de maquinaria pesada.

e) Vegetación.

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015) existen dos aspectos complementarios que se analizan:

- Las formaciones vegetales en el área de estudio
- La composición florística

Para definir las formaciones vegetales, existen diversas metodologías que se basan en diferentes criterios de clasificación y ordenación. Se tiene en cuenta lo siguiente:

- Incorporación de nuevas especies.
- Alteración de la diversidad o de la productividad
- Variación en las especies cultivadas
- Modificación del número de especies o individuos de una especie existente
- Cambio de prácticas culturales (como empleo de abonos o de herbicidas)

f) Fauna.

Según Martínez Orozco (2020) “a diferencia de otras variables ambientales, es uno de los apartados del EsIA que más dificultad presenta para que su información se base en un verdadero inventario de campo” (p. 158).

#### 2.2.2.2 Medio Perceptual

a) El Paisaje.

Según Borderías Uribeondo y Muguruza Cañas (2015), “el paisaje natural, entendido como tal, el no alterado por el hombre” (p.120).

Dentro de un estudio de impacto ambiental, el paisaje, se entiende como un elemento de adherencia de diferentes características del medio físico y como capacidad de absorción que tiene el medio natural ante las acciones que se producen por alguna construcción de infraestructura en el medio.

#### 2.2.2.3 Factores Ambientales.

Según Paredes Ceballos et al. (2019), los factores ambientales se definen, en relación a un proyecto, la consecuencia del inicio del proyecto, sea en su fase de construcción, operación o largo plazo.

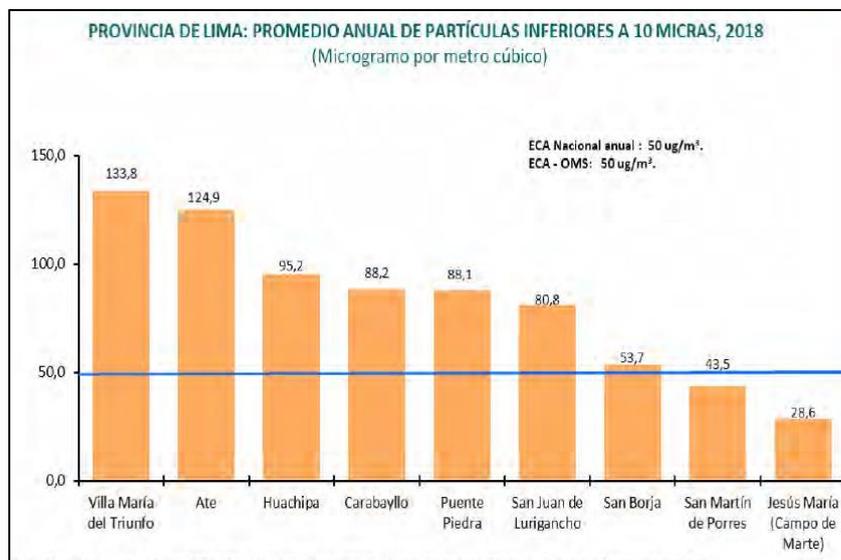
##### a) Emisiones Atmosféricas.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016), la contaminación atmosférica es uno de los impactos de mayor relevancia por la utilización de maquinarias en las obras de infraestructuras, la cual tendrá un impacto negativo al medio ambiente producido por los motores de las maquinarias utilizadas. Este impacto es del tipo reversible a corto y mediano plazo, cuya extensión puede ser zonal o puntual o influencia directa en la atmosfera y además admite medidas correctivas y preventivas para minimizarlas.

En el año 2018, en lima se sobrepasaron 50 microgramos por metro cúbico establecidos en el Decreto Supremo N° 003-2017- MINAM, mediante el promedio de partículas inferiores a 10 micras, las cuales fueron medidas en 7 estaciones de monitoreo ubicadas en zonas urbanas (INEI, 2019).

## Figura 42

Promedio anual de partículas inferiores a 10 micras



Nota. Adaptado de Perú Anuario de Estadísticas Ambientales (p. 44), por INEI, 2019, [www.inei.gob.pe](http://www.inei.gob.pe).

## Figura 43

Emisiones atmosféricas



Nota. Adaptado de Impactos Ambientales Producidos por el Uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción (p. 45), por J. S. Galindo Ruiz y H. D. Silva Núñez, 2016, Repositorio Académico UC.

### b) Emisiones de Gases.

Según Canalitic (2017), “la combustión de carburantes (carbón y derivados del petróleo) para producir energía provoca la emisión de gases contaminantes como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)”. El incremento de las concentraciones de gases produce impactos sobre el ambiente y la salud.

Las actividades asociadas al incremento de gases y de nivel de emisiones son el uso de generadores y equipos y el tráfico aéreo. (Domus, 2011).

c) Material Particulado.

Según Domus (2011), es una mezcla compleja de partículas en el aire, las cuales varían en composición y tamaño dependiendo de la fuente de emisión. Este material se origina por las actividades que levantan material particulado de suelo, por lo general, árido y exento de la cobertura vegetal, así como, la emisión de motores. Este impacto influye sobre la vegetación y salud de las personas.

Las actividades asociadas al material particulado son:

- Acoplo de materiales y combustibles-
- Habilitación de instalaciones.
- Uso de generadores y equipos.
- Tráfico aéreo
- Desmantelamiento de la infraestructura.

d) Emisiones al Agua.

Según Nihon Kasetsu (2017), para el caso de la industria de la construcción, las aguas residuales que provienen de una obra por lo general tienen valores muy altos de partículas en suspensión (SS), aceites provenientes del uso de las maquinarias, grasas y en ciertos casos diferentes tipos de nitratos que pueden provenir del uso de explosivos.

El reducir el consumo del agua, así como la depuración de las aguas residuales constituyen elementos importantes para una empresa en la gestión del agua. Los límites que se apliquen al vertimiento de agua a la red de saneamiento municipal, tendrán que ser aceptados en la ordenanza municipal correspondiente.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016) la contaminación del agua superficial y del subsuelo de la obra se puede generar por el derrame de sustancias que tenga la maquinaria y por el material particulado de la misma.

### Figura 44

Contaminación de maquinaria



Nota. Adaptado de Impactos Ambientales Producidos por el Uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción (p. 47), por J. S. Galindo Ruiz y H. D. Silva Núñez, 2016, Repositorio Académico UC.

### Figura 45

Contaminación del agua por derrames



Nota. Adaptado de Impactos Ambientales Producidos por el Uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción (p. 47), por J. S. Galindo Ruiz y H. D. Silva Núñez, 2016, Repositorio Académico UC.

e) Aguas Residuales Domésticas.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014), “son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos

fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente” (p. 7).

f) Aguas Residuales Industriales.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2014) “son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado” (p. 7).

g) Calidad del Agua superficial.

Según Domus (2011) se refiere a las características físicas, biológicas y químicas de los cuerpos de aguas. Una acción que afecta la calidad del agua cuando modifica su composición al incorporar elementos que resultan contaminantes, perjudica también a otros componentes ambientales.

Las actividades asociadas a la calidad del agua superficial son.

- Manejo de residuos peligrosos.
- Manejo de combustibles.
- Tráfico fluvial.

h) Disponibilidad del Agua Superficial.

Según Domus (2011), se refiere a la disponibilidad en cantidad como calidad del recurso hídrico por parte de la población, de manera que, se satisfaga las necesidades para consumo y uso doméstico.

Las actividades asociadas a la calidad del agua superficial son.

- Manejo de residuos peligrosos.
- Manejo de combustibles.
- Tráfico fluvial.

i) Calidad y disponibilidad del Agua Subterránea.

Según Domus (2011) las aguas subterráneas se forman por la infiltración de las lluvias y también por aportes de los cursos superficiales. Viajan de

forma vertical por la gravedad hasta encontrar, por lo general, un piso impermeable para que posteriormente discurran horizontalmente hasta llegar a los colectores mayores que la llevarán al mar para reiniciar su ciclo. Dependen principalmente de dos factores, la calidad de aguas superficiales que las alimentan y la calidad de suelos donde se infiltra.

Las actividades asociadas a la calidad de aguas subterráneas son:

- Manejo de aguas residuales.
- Manejo de residuos peligrosos.
- Manejo de combustibles

Las actividades asociadas a la disponibilidad de aguas subterráneas son:

- Manejo de aguas residuales.
- Manejo de residuos peligrosos.
- Manejo de combustibles
- Descompactación.
- Revegetación.

#### j) Residuos Sólidos.

Según PCM (2013), se consideran los RCD los que son generados durante el proceso de la construcción de obras de infraestructuras en la cual comprenden remodelación, demolición, rehabilitación entre otras. Estas a su vez se clasifican en residuos sólidos de la construcción y demolición peligrosos y residuos no peligrosos (reciclables, reutilizables).

**Tabla 2**

## Residuos sólidos de la construcción y demolición

Residuos	Elementos peligrosos posiblemente presentes	Peligrosidad
Restos de madera tratada	Arsénico, plomo, formaldehido, pentaclorofenol	Tóxicos, inflamables
Envases de removedores de pinturas, aerosoles	Cloruro de metileno tricloroetileno	Inflamables, irritantes
Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura.	Tricloroetileno	Inflamable y tóxico
Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, colas, lacas.	Formaldehido	Tóxico, corrosivo
Restos de tubos fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.	Mercurio, bifeniles, policlorados (BPCs)	Tóxicos
Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40°C)	Aditivos: Estabilizantes, colorantes, plastificantes	Inflamable, tóxico
Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto. Paneles divisores de asbesto.	Asbesto o amianto	Tóxico (Cancerígeno)
Envases de pinturas y solventes	Benceno	Inflamable
Envases de preservantes de madera	Formaldehido, pentaclorofenol	Tóxico, inflamables
Envases de pinturas	Pigmentos: Cadmio, plomo	Tóxico
Restos de cerámicos, baterías	Níquel	Tóxico
Filtros de aceite, envases de lubricantes	Hidrocarburos	Inflamable, tóxico

Nota. Adaptado de Decreto Supremo N° 003-2013-Vivienda (p. 48), por Presidencia de Consejo de Ministros – PCM, 2013, [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)

#### k) Susceptibilidad a la Erosión.

Según Domus (2011), es el proceso de desgaste o sustracción de la roca del suelo intacto se denomina erosión. El material erosionado este compuesto por:

- Suelos creados por la descomposición química de las rocas.
- Fragmentos de rocas que se crean por abrasión mecánica por la acción del viento, glaciales, aguas superficiales, expansión-contracción térmica.

Como actividades asociadas se tiene el desbroce y limpieza, descompactación del suelo y revegetación del área.

#### l) Grado de Compactación.

Según Domus (2011), se denomina compactación de suelo a la pérdida de volumen que experimenta una cantidad determinada de masa de suelo, debido a las fuerzas externas que actúan en él.

Dicha compactación aumenta su densidad aparente, resistencia mecánica, destruye y debilita su estructuración. Los efectos de la compactación producen, de cierta manera, una reducción en el desarrollo del sistema radical de las plantas y a su vez un menor desarrollo de la planta en su conjunto.

Como actividades asociadas se tienen:

- Tránsito y presencia humana.
- Acoplo de materiales y combustible.
- La habilitación de las instalaciones.
- Descompactación del suelo.
- Revegetación.

#### m) Calidad del Suelo.

Según Domus (2011) la calidad se interpreta como la utilidad que tiene el suelo para un determinado propósito en una escala amplia de tiempo. Como indicadores de la calidad del suelo se encuentran sus propiedades físicas, químicas y biológicas o los procesos que se generen en él.

Como actividades asociadas que podrían alterar la calidad del suelo se tiene:

- Acoplo de materiales y combustibles.
- Manejo de aguas residuales.
- Manejo de residuos sólidos.
- Manejo de residuos peligrosos.
- Manejo de combustibles.

n) Capacidad Productiva.

Según Domus (2011) se denomina capacidad productiva a la capacidad que tiene el suelo de almacenar, aceptar y reciclar agua, minerales y energía para su sostenimiento de cobertura vegetal.

El retirar parcialmente o en su totalidad de la cobertura vegetal del suelo, afecta a este a la disminución de la capacidad productiva.

Como actividades Asociadas se tienen:

- Desbroce o retiro de la cobertura vegetal.
- Acoplo de materiales y combustibles.
- Habilitación de instalaciones.
- Descompactación de los suelos.
- Revegetación.

o) Generación de Ruido o Emisiones Acústicas.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016), se trata de la contaminación debido a las emisiones acústicas generados por la mano de obra y maquinaria. Este a su vez es del tipo reversible a corto y mediano plazo y admite medidas correctivas y preventivas para minimizarlos.

Este impacto afecta de forma directa en la calidad de vida de las personas las cuales pueden presentar posteriormente problemas de salud como la deficiencia auditiva o pérdida progresiva de la audición, así como cambios de conducta y de personalidad, también se generan problemas por interferencia sobre la comunicación oral de modo que en muchas ocasiones es una limitante social.

## Figura 46

Ruido en obra



Nota. Adaptado de Impactos Ambientales Producidos por el Uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción (p. 46), por J. S. Galindo Ruiz H. D. y Silva Núñez, 2016, Repositorio Académico UC.

### p) Vibraciones.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016), en las obras de construcción las vibraciones son generadas por las maquinarias y estas generan molestias a la población, puede afectar las edificaciones aledañas, así como la estabilidad estructural. Es un impacto negativo que necesita de controles continuos para minimizar los riesgos.

### q) Apariencia Visual.

Según Arroyo Chalco (2012), se refiere a los cambios de la disponibilidad de visualización del paisaje y el efecto que tiene en las personas. Las cuales tienen como impacto directo la obstrucción o intrusión y como impacto global Impacto global en la amenidad por la degradación o mejora del mismo.

## 2.2.3 Sistema Socio Económico

### 2.2.3.1 Comercio.

Según Domus (2011), el comercio se entiende como actividad socioeconómica que se basa en el intercambio de insumos libres en el mercado. Un impacto es incidente sobre esta actividad, si la de demanda de los bienes y servicios es satisfecha por la oferta local.

El impacto es generado debido al desarrollo del proyecto, es por esta razón que se evalúa y conceptualiza como la contratación de mano de obra local. El personal local tendrá mayor poder adquisitivo, temporal, y además podrá adquirir servicios y bienes en la ciudad.

### 2.2.3.2 Empleo Temporal.

Según Domus (2011), el empleo temporal se da debido a la habilitación y operación del proyecto, por lo que, se demanda personal local, la cual está satisfecha por la mano de obra local que estén relacionados directamente. Es por eso que la oferta local aumentará.

### 2.2.3.3 Economía Local.

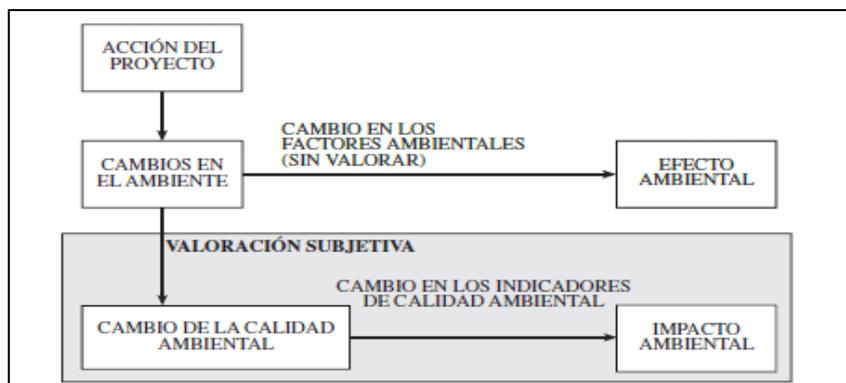
Según Domus (2011), es una consecuencia de la habilitación y operación del proyecto, debido a la generación de nuevos puestos de trabajo para las personas aledañas al lugar de construcción. Esto incrementa el empleo temporal, lo que generara mayores ingresos económicos del personal contratado, de manera que tengan acceso a la compra de servicios y bienes.

## 2.2.4 Impacto Ambiental

Según Garmendia Salvador et al. (2005) “un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana” (p. 17). Una primera consideración es el origen o la causa de este cambio ambiental. Para hablar de un impacto ambiental o efecto ambiental, tiene que ser producido directamente o indirectamente por la actividad humana, para el caso de la evaluación de la obra o actividad específica, el efecto debe ser por la actividad estudiada. Al efecto ambiental hay que valorarlo, para que se considere como impacto ambiental, así como también ser considerarlo negativo o positivo y en qué medida.

**Figura 47**

Proceso del impacto ambiental



Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 18), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

### 2.2.3.1 Conceptos Ambientales

#### a) Tipos de Impactos Ambientales.

Según González Molina (2019) las alteraciones en el medio, que aparecen con el desarrollo de alguna actividad, dependen de la característica de la misma y de la zona donde se realizara. Existen muchos tipos de impacto ambiental, además un impacto podría ser agrupado en diferentes categorías.

- Los impactos negativos, por la extracción de recursos ambientales se generan por la sobreexplotación de los recursos naturales sin criterios de sostenibilidad, ni la renovación de los ciclos correspondientes o hasta agotar el recurso sin que aparezca algún recurso alternativo.
- Los impactos por ocupación producen cambios en el uso del suelo, generados cuando hay discordancia entre el territorio, actividades humanas y la vocación del ecosistema.

Los impactos se derivan de la extracción de materia prima y recursos de materiales, la ocupación y los resultantes de la emisión de efluentes como los materiales contaminantes.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016) los impactos más comunes son:

- Impacto Primario: Originado por cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico, originado por una acción relacionada directamente con el proyecto.
- Impacto Secundarios: Estos impactos cubren los efectos potenciales que pudiesen ocurrir en el futuro o en diferentes lugares por la implementación de alguna acción en específico.
- Impactos a corto y largo plazo: Dependen de la duración, este impacto es muy importante debido a que el significado de cualquier impacto está relacionado con la duración en el medio ambiente.
- Impacto Acumulativo: Son los resultantes del impacto incrementado de la acción sobre un recurso. La evaluación de estos impactos es difícil debido a que la naturaleza es especulativa de las acciones que ocurran en el futuro.
- Impacto Inevitable: Son impactos que no se pueden evitar total o parcialmente por lo cual se requiere inmediatamente de acciones correctivas.

Según Aguilar Paredes (2018), de acuerdo a sus atributos:

- Impacto ambiental directo o indirecto: Causado por la acción que es directa con el proyecto o como algún efecto, producido, por la acción.
- Impacto ambiental Residual: Se considera impacto ambiental residual si a pesar de aplicar medidas de mitigación el impacto persiste.
- Impacto ambiental reversible o irreversible: Es el impacto que depende de una posibilidad de que regrese a sus condiciones iniciales.

#### b) Indicadores de Impacto Ambiental.

Según Paredes Ceballos et al. (2019), se denomina un indicador de impacto ambiental, a los parámetros o elementos que proporcionen la medida de magnitud de dicho impacto, en su aspecto cualitativo y cuantitativo. Los indicadores de impacto más concretos son las normas o estándares de calidad del aire, agua, ruido, entre otros, más aún cuando son aprobadas por una legislación

Según Martínez Orozco (2020), los indicadores representan las propiedades de los componentes ambientales, procesos o la relación entre

ellos. La variación del valor del indicador como consecuencia de un proyecto nos brinda el grado de alteración del medio o también conocido como la magnitud del impacto. Estos indicadores son expresados en diferentes unidades de medida y su magnitud son dadas por el valor otorgado de los indicadores directamente o por los cambios generados como consecuencia de algún proyecto, estos deben contar con un punto de referencia admisible mínimo y máximo para establecer el impacto es aceptable o no.

**Tabla 3**

Relación de la magnitud de acción de proyecto - componente ambiental

Calidad/fragilidad del aspecto ambiental		Alta	Media	Baja
Magnitud de la acción de proyecto	Alta	Impacto muy alto	Impacto alto	Impacto Medio
	Media	Impacto alto	Impacto medio	Impacto medio
	Baja	Impacto medio	Impacto medio	Impacto bajo

Nota. Adaptado de Casos Prácticos en Evaluación de Impacto Ambiental (p. 175), por J. M. Martínez Orozco, 2020, [www.eLibro.net](http://www.eLibro.net)

c) Causas.

Según Galindo Ruiz y Silva Núñez (2016), existen tres causas que generan impactos ambientales.

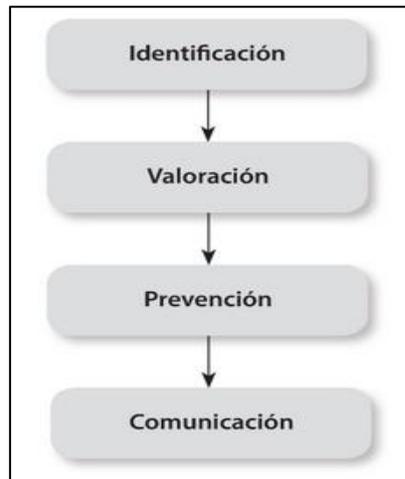
- La existencia del proyecto. Esta se derivada por el uso del suelo, espacios utilizados y las actividades que se realicen en el área.
- Los recursos naturales utilizados. La relación que tiene con la sobreexplotación de los recursos naturales no renovables.
- Generación de los residuos contaminantes del proyecto y la proliferación de los contaminantes en el área.

#### d) Identificación de Impactos Ambientales.

Según Paredes Ceballos et al. (2019), en el estudio de impacto ambiental se observan cuatro procesos diferenciados.

#### Figura 48

Proceso metodológico de una evaluación de impacto ambiental



Nota. Tomado de Manual de Impacto Ambiental (p. 101), por M. Y. Paredes Ceballos et al., 2019, [www.elibro.net](http://www.elibro.net)

Es por ello que para identificar los impactos se puede proceder con diferentes niveles de profundización y utilizando metodologías como las matrices de causa efecto, diagramas de redes y listas de chequeo. Analizar una lista de chequeo que contenga factores ambientales es uno de los métodos más sencillo para que se pueda detectar los que puedan ser afectado por el proyecto en los que ocurrirán impactos y en cuales no, así como su grado de afección que, al ser pequeño, pueden ser considerados como efectos ambientales no significativos y no serán estudiados detalladamente.

El segundo nivel de profundización realiza una red que relacione los factores que son afectados con su acción y estos entre sí. También se podrá disponer de alguna matriz de cruce de los factores ambientales que se obtienen en la lista de chequeo.

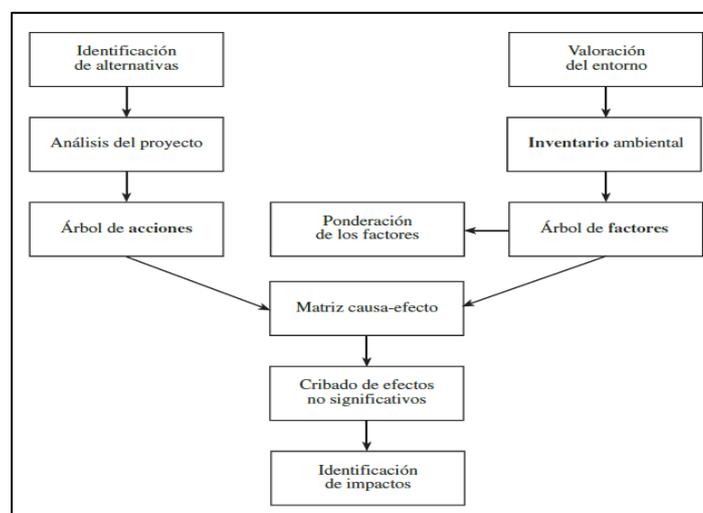
El tercer nivel de profundización realiza la matriz de cruce entre las acciones del y los factores ambientales, se obtienen la lista de impactos

y se procede a realizar su valoración cualitativa. Cabe mencionar que un cuarto nivel supone realizar sobre la matriz la evaluación cuantitativa y cualitativa de los impactos.

Los métodos de identificación de impactos son importantes debido a que constituyen una aproximación al problema. Se consideran solamente los impactos desde el punto de vista eminentemente descriptivo. Sin embargo, es necesario valorar los impactos ambientales cuantitativamente y cualitativamente.

Es importante que la evaluación de impacto ambiental sea de fácil de comprender ya que en la fase pública la información debe ser comprendida por cualquier persona. Es por esta razón que en algunos países como en el Reino Unido, se eligen los métodos sencillos para que sea fácil de comprender, es decir, métodos cualitativos.

**Figura 49**  
Identificación de impactos



Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 212), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

- Listas de Revisión: Según Paredes Ceballos et al. (2019), es la metodología para identificar impactos antes de valorarlos. Consiste en hacer una lista de posibles impactos, indicadores, factores o acciones, a su vez se deducen cuál de estos impactos son generados con el proyecto y son analizados si son efectos notables o mínimos.

## Figura 50

Ejemplo de lista de revisión

	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Tempora	Permanente	Corto plazo	Largo plazo	Local	Extenso					
Calidad del aire		X		X	X		X		X				Compatible
Contaminación de las aguas		X		X	X		X		X		X		Severo
Erosión		X		X		X		X		X		X	Moderado
Pérdida de cultivos		X		X	X		X		X		X		Severo
Pérdida de vegetación		X		X	X		X		X		X		Severo
Pérdida de hábitats		X		X	X		X		X			X	Crítico
Riesgo de incendios		X	X			X	X		X		X		No significado
Empleo y renta	X		X		X		X		X		X		Positivo
Nivel de ruidos		X		X	X		X			X	X		Compatible

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 213), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

- Relaciones Causa – Efecto. Diagrama de Redes: Según Paredes Ceballos et al. (2019), una forma para identificar los impactos es realizando la lista de chequeo y utilizando relaciones causa-efecto. Este método muestra las interacciones entre los factores ambientales y las acciones y otras relaciones indirectas o directas. Para poder analizar un proceso complejo se recomienda hacer diagramas de causa-efecto y así poder conocer, en primera aproximación, los factores ambientales.
- Árbol de Factores: Según Garmendia Salvador et al. (2005), “estos factores ambientales se encuentran repartidos en distintos niveles, que, al esquematizar, dan lugar a representaciones tipo árbol” (p. 178). En primer lugar, se encuentran los sistemas biofísico y sistema socio-económico-cultural. Dentro del sistemas biofísicos se encuentran los medios físico o abiótico, medio biótico y medio perceptual. Dentro del sistema socio-económico-cultural se encuentran los medios socio-cultural, económico, territorial y demográfico.

**Figura 51**

Árbol de factores para un vertedero-incineradora de residuos sólidos

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico	Físico	Aire	Calidad del aire
		Tierra-suelo	Cambios en el relieve
			Capacidad agrológica del suelo
			Contaminación por residuos
	Agua	Calidad aguas superficiales	
		Calidad aguas subterráneas	
	Procesos del medio físico	Drenaje subterráneo (cantidad)	
	Biótico	Fauna	Hábitats de fauna
	Perceptual	Paisaje	Fauna protegida
			Calidad de las vistas
Calidad de los olores			
Socio-económico-cultural	Territorial	Núcleos de población	Red de saneamiento municipal (km)
		Red viaria	Tráfico pesado-lento (número de vehículos)
		Usos del suelo	Uso agrícola
	Demográfico	Evolución	Salud y seguridad de la población
		Población activa	Empleo fijo
	Socio-cultural	Patrimonio	Recursos didácticos

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 181), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

Las matrices de relación causa – efecto son la mejor herramienta para poder determinar los impactos. Se empieza por el árbol de acciones del proyecto y del árbol de factores ambientales afectados, las que son dispuestas como entradas de una matriz. Se señalan la casilla de cruce cuando hay un impacto significativo en ellas.

- Matriz de Leopold: Según Paredes Ceballos et al. (2019), “la primera y más conocida de las matrices causa-efecto es la Matriz de Leopold, que fue desarrollada en 1971 por el Servicio Geológico de los Estados Unidos de América del Norte para la evaluación de impactos ambientales de una mina” (p. 105). Esta matriz incluye dos extensas listas de revisión en las cuales incluye 100 acciones de proyecto y la otra de 88 elementos ambientales.

Si hay interacción se señala con una línea diagonal, en la cual se indica en la parte superior de la misma su magnitud (M) de la alteración y con su respectivo signo más (+) o menos (-) según corresponda. En la parte inferior su respectiva importancia (I) de la alteración las cuales son valoradas entre los valores 1 y 10, siendo el valor de 10 la máxima interacción posible y el valor 1 la mínima como se observa en la Figura 52.

## Figura 52

Ejemplo de interacción en la matriz de Leopold

	Acciones que afectan
Elementos ambientales	

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 216), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

## Figura 53

Lista de acciones de la matriz de Leopold (1)

ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR IMPACTO AMBIENTAL (Matriz de Leopold, 1971)	
A) <i>MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN:</i>	
1. Introducción de flora y fauna exótica	8. Canalización
2. Controles biológicos	9. Riego
3. Modificación del hábitat	10. Modificación del clima
4. Alteración de la cubierta terrestre	11. Incendios
5. Alteración de la hidrología	12. Superficie o pavimento
6. Alteración del drenaje	13. Ruido vibraciones
7. Control del río y modificación del flujo	
B) <i>TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN:</i>	
14. Urbanización	24. Revestimiento de canales
15. Emplazamientos industriales y edificio	25. Canales
16. Aeropuertos	26. Presas y embalses
17. Autopistas y puentes	27. Escolleras, diques, puertos y terminales marítimas
18. Carreteras y caminos	28. Estructuras en alta mar
19. Vías férreas	29. Estructuras recreacionales
20. Cables y elevadores	30. Voladuras y perforaciones
21. Líneas de transmisión, oleoductos y corredores	31. Desmontes y rellenos
22. Barreras incluyendo vallados	32. Túneles y estructuras subterráneas
23. Dragados y alineado de canales	

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 216), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

## Figura 54

### Lista de acciones de la matriz de Leopold (2)

C) <i>EXTRACCIÓN DE RECURSOS:</i>	
35. Voladuras y perforaciones	39. Dragados
36. Excavaciones superficiales	39. Explotación forestal
37. Excavaciones subterráneas	40. Explotación forestal
38. Perforación de pozos y transporte de fluidos	41. Pesca comercial y caza
D) <i>PROCESOS:</i>	
42. Agricultura	50. Industria textil
43. Ganaderías y pastoreo	51. Automóviles y aeroplanos
44. Piensos	52. Refinerías de petróleo
45. Industrias lácteas	53. Alimentación
46. Generación energía eléctrica	54. Herrerías (explotación de maderas)
47. Minería	55. Celulosa y papel
48. Metalurgia	56. Almacenamiento de productos
49. Industria química	
E) <i>ALTERACIONES DEL TERRENO:</i>	
57. Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales	60. Paisaje
58. Sellado de minas y control de residuos	61. Dragado de puertos
59. Rehabilitación de minas a cielo abierto	62. Aterramientos y drenajes
F) <i>RECURSOS RENOVABLES:</i>	
63. Repoblación forestal	66. Fertilización
64. Gestión y control vida natural	67. Reciclado de residuos
65. Recarga aguas subterráneas	
G) <i>CAMBIOS EN TRÁFICO:</i>	
68. Ferrocarril	74. Deportes náuticos
69. Automóvil	75. Caminos
70. Camiones	76. Telesillas, telecabinas, etc.
71. Barcos	77. Comunicaciones
72. Aviones	78. Oleoductos
73. Tráfico fluvial	
H) <i>SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS:</i>	
79. Vertidos en mar abierto	86. Vertido de aguas de refrigeración
80. Vertedero	87. Vertido de residuos urbanos
81. Emplazamiento de residuos mineros	88. Vertido de efluentes líquidos
82. Almacenamiento subterráneo	89. Balsas de estabilización y oxidación
83. Disposición de chatarra	90. Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas
84. Derrames en pozos de petróleo	91. Emisión de corrientes residuales a la atmósfera
85. Disposición en pozos profundos	92. Lubricantes o aceites usados
I) <i>TRATAMIENTO QUÍMICO:</i>	
93. Fertilización	96. Control de maleza y vegetación terrestre
94. Descongelación química de autopistas, etc.	97. Pesticidas
95. Estabilización química del suelo	
J) <i>ACCIDENTES:</i>	
98. Explosiones	100. Fallos de funcionamiento
99. Escapes y fugas	
K) <i>OTROS:</i>	
...	

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 217), por A. Garmendia Salvador et al. (2005, <https://elibro.net/es>).

## Figura 55

Lista de elementos ambientales de la matriz de Leopold (1)

ELEMENTOS AMBIENTALES (Matriz de Leopold, 1971)	
A) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 <i>EXTRACCIÓN DE RECURSOS:</i>	
1. Recursos minerales	4. Geomorfología
2. Material de construcción	5. Campos magnéticos y radioactividad de fondo
3. Suelos	6. Factores físicos singulares
A.2 <i>AGUA:</i>	
7. Superficiales	11. Temperatura
8. Marinas	12. Recarga
9. Subterráneas	13. Nieve, hielos y heladas
10. Calidad	
A.3. <i>ATMÓSFERA:</i>	
14. Calidad (gases, partículas)	16. Temperatura
15. Clima (micro, macro)	
A.4. <i>PROCESOS:</i>	
17. Inundaciones	22. Compactación y asentamientos
18. Erosión	23. Estabilidad
19. Deposición (sedimentación y precipitación)	24. Sismología (terremotos)
20. Solución	25. Movimientos de aire
21. Sorción (intercambios de iones complejos)	
B) CONDICIONES BIOLÓGICAS:	
B.1. <i>FLORA:</i>	
26. Árboles	31. Plantas acuáticas
27. Arbustos	32. Especies en peligro
28. Hierbas	33. Barreras, obstáculos
29. Cosechas	34. Corredores
30. Microflora	
B.2. <i>FAUNA:</i>	
35. Aves	40. Microfauna
36. Animales terrestres, incluso reptiles	41. Especies en peligro
37. Peces y mariscos	42. Barreras
38. Organismos bentónicos	43. Corredores
39. Insectos	
C) FACTORES CULTURALES:	
C.1. <i>USOS DEL TERRITORIO:</i>	
44. Espacios abiertos y salvajes	49. Zona residencial
45. Zonas húmedas	50. Zona comercial
46. Selvicultura	51. Zona industrial
47. Pastos	52. Minas y canteras
48. Agricultura	

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 218), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

## Figura 56

Lista de elementos ambientales de la matriz de Leopold (2)

<b>C.2. RECREATIVOS:</b>	
53. Caza	57. Camping
54. Pesca	58. Excursión
55. Navegación	59. Zonas de recreo
56. Zona de baño	
<b>C.3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO:</b>	
59. Vistas panorámicas y paisajes	64. Parques y reservas
60. Naturaleza	65. Monumentos
61. Espacios abiertos	66. Especies o ecosistemas especiales
62. Paisajes	67. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
63. Agentes físicos singulares	68. Desarmonías
<b>C.4. NIVEL CULTURAL:</b>	
69. Modelos culturales (estilos de vida)	71. Empleo
70. Salud y seguridad	72. Densidad de población
<b>C.5. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA:</b>	
73. Estructuras	76. Disposición de residuos
74. Red de transportes (movimiento, accesos)	77. Barreras
75. Red de servicios	78. Corredores
<b>D) RELACIONES ECOLÓGICAS:</b>	
79. Salinización de recursos hidráulicos	84. Invasión de maleza
80. Eutrofización	85. Controles biológicos
81. Vectores, insectos y enfermedades	86. Modificación hábitat
82. Cadenas alimentarias	87. Introducción de fauna y flora exótica
<b>E) OTROS:</b>	
88. Otros	

Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 219), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

### e) Valoración de Impactos Ambientales.

Según Paredes Ceballos et al. (2019), “en todos los casos la evaluación termina con un juicio sobre los efectos” (p. 111), estos se clasificándolos en impactos o efectos notables y en efectos mínimos, a su vez, los impactos notables son clasificados en moderados, compatibles, severos y críticos.

Si se usa una técnica que pueda permitir mejorar la objetividad del juicio de valor realizado, esta ante una valoración, esta valoración puede ser cuantitativa o cualitativa, siendo la cualitativa evaluada por cualidades de los impactos ambientales, usando las definidas por legislación y también la importancia el cual es un valor numérico.

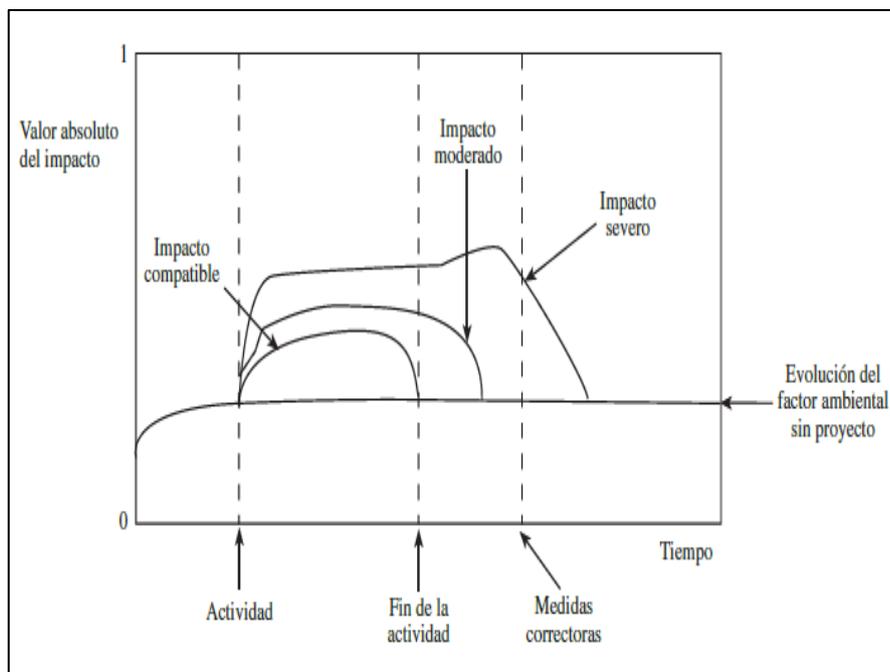
Por otro lado, la valoración cuantitativa mide la magnitud de impacto, por lo cual se utilizan indicadores numéricos, mediante la cual se obtienen unidades heterogéneas y posteriormente mediante funciones de transformación se transforman en unidades comparables o homogéneas entre diferentes impactos.

Cabe resaltar que cuanto mayor sea el conocimiento del evaluador sobre el entorno, actividad, y técnicas de evaluación, la validez de su evaluación será mayor (subjetiva) con respecto a los impactos.

- Simple Enjuiciamiento: Según Garmendia Salvador et al. (2005), cada impacto se debe definir si es moderado, compatible, severo o crítico. Esta valoración puede ser realizada de forma cualitativa, simple enjuiciamiento o cuantitativa.
- Impacto Ambiental Compatible: “Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras” (p. 227)
- Impacto Ambiental Moderado: “Aquél cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo” (p. 227).
- Impacto Ambiental Severo: “Aquél en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado” (p. 227).
- Impacto Ambiental Crítico: “Aquél cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras” (p. 227).

**Figura 57**

Representación gráfica de los impactos moderados, severos y compatibles.



Nota. Tomado de Evaluación de Impacto Ambiental (p. 227), por A. Garmendia Salvador et al., 2005, <https://elibro.net/es>.

- Calificación por Significación o Importancia (S). Según Domus (2011). el índice de Significación es un valor que resulta de la calificación de un determinado impacto, esta calificación integra muchos aspectos del impacto y la acción que lo produce.
- La fórmula para calcular la significación es:  
$$S = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$
- Los valores numéricos de la calificación de cada impacto, permite agruparlos de acuerdo los siguientes rangos y niveles de significación, y son los siguientes:

**Tabla 4**

Rangos y niveles de significación

Impactos Negativos		
Símbolo	Nivel de Significación	Rango
Ps	Poco significativo	-13 a -25
MoS	Moderadamente significativo	-26 a -50
MuS	Muy significativo	-51 a -75
AS	Altamente significativo	-76 a -100
Impactos Positivos		
ps	Poco significativo	13 – 25
mos	Moderadamente significativo	26 – 50
mus	Muy significativo	51 – 75
as	Altamente significativo	76 - 100

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

Por otro lado, cada uno de los elementos o criterios de calificación pertenecientes a la fórmula de significación o importancia tiene su propio criterio o descripción para poder calificar la interacción del impacto ambiental y la actividad que la produce.

A continuación, se muestran los criterios de calificación para el cálculo de la significación

**Tabla 5**

Calificación de intensidad del impacto (IN)

Intensidad	Valor	Descripción
Baja o mínima	1	Afectación mínima y poco significativa
Media	2	Afectación media sobre el factor
Alta	4	Afectación alta sobre el factor
Muy alta	8	Afectación muy alta sobre el factor
Total	12	Expresa una destrucción total del factor en el área de influencia directa

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 6**

Calificación de extensión del impacto (EX)

Extensión	Valor	Descripción
Puntual	1	Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado
Parcial	2	El efecto se manifiesta de manera apreciable en una parte de medio
Amplio o extenso	4	Aquel cuyo efecto se detecta en una gran parte del medio considerado
Total	8	Aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 7**

Calificación de momento del impacto (MO)

Momento	Valor	Descripción
Largo plazo	1	Cuando el efecto tarde en manifestarse más de 10 años
Medio plazo	2	Cuando el tiempo transcurrido entre la acción y el efecto varía de 1 a 10 años
Corto plazo	3	Cuando el tiempo transcurrido entre la acción y el efecto es inferior a 1 año
Inmediato	4	El tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto es nulo
Crítico	(+4)	Aquel en que el momento de la acción es crítico independientemente de plazo de manifestación

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 8**

Calificación de persistencia del impacto (PE)

Persistencia	Valor	Descripción
Fugaz o efímero	1	Cuando la permanencia del efecto es mínima o nula. Cesa acción y cesa el impacto
Momentáneo	1	Cuando la duración es menor de 1 año
Temporal o transitorio	2	Cuando la duración varía entre 1 a 10 años
Pertinaz o persistente	3	Cuando la duración varía entre 10 a 15 años
Permanente y constante	4	Cuando la duración supera los 15 años

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 9**

Calificación de reversibilidad del impacto (RV)

Reversibilidad	Valor	Descripción
Corto plazo	1	Cuando el tiempo de recuperación es inmediato o menor de 1 año
Medio Plazo	2	El tiempo de recuperación varía entre 1 a 10 años
Largo plazo	3	El tiempo de recuperación varía entre 10 a 15 años
Irreversible	4	El tiempo de recuperación supera los 15 años

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 10**

Calificación de sinergia del impacto (SI)

Sinergia	Valor	Descripción
Sin sinergismo o simple	1	Cuando la acción no es sinérgica
Sinergismo moderado	2	Sinergismo moderado en relación con una situación extrema
Muy sinérgico	4	Altamente sinérgico donde se potencia la manifestación de manera ostensible

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 11**

Calificación de acumulación del impacto (AC)

Acumulación	Valor	Descripción
Simple	1	Cuando la acción se manifiesta sobre un solo componente o cuya acción es individualizada
Acumulativo	4	Cuando la acción al prolongarse el tiempo incrementa la magnitud del efecto

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 12**

Calificación de efecto del impacto (EF)

Efecto	Valor	Descripción
Indirecto o secundario	1	Producido por un impacto anterior
Directo o primario	4	Relación causa efecto directo

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 13**

Calificación de periodicidad del impacto (PR)

Periodicidad	Valor	Descripción
Irregular (aperiódico y esporádico)	1	Cuando la manifestación discontinua del efecto se repite de una manera irregular e imprevisible
Periódico o intermitente	2	Cuando los plazos de manifestación presentan regularidad y una cadencia establecida
Continuo	4	Efectos continuos en el tiempo

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 14**

Calificación de recuperabilidad del impacto (MC)

Recuperabilidad	Valor	Descripción
Recuperable de manera inmediata	1	Efecto recuperable de manera inmediata
Recuperable a corto plazo	2	Efecto recuperable en un plazo < 1 año
Recuperable a medio plazo	3	Efecto recuperable entre 1 a 10 años
Recuperable a largo plazo	4	Efecto recuperable entre 10 a 15 años
Mitigable, sustituible y compensable	4	Indistinta en el tiempo
Irrecuperable	8	Alteración es imposible de reparar

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

f) Desarrollo Sostenible.

Según Innovación y Cualificación S. L. (2019) el concepto de desarrollo sostenible esté ligado a la reflexión ecológica y económica. Integra de un modo ambiguo, es decir, el pensamiento ecológico y el económico tradicional.

El modelo económico tradicional se orienta principalmente a la consecución del mayor y máximo crecimiento económico, sin tomar en cuenta los problemas como el agotamiento de recursos ni los daños ocasionados al medio ambiente por considerarlos irrelevantes.

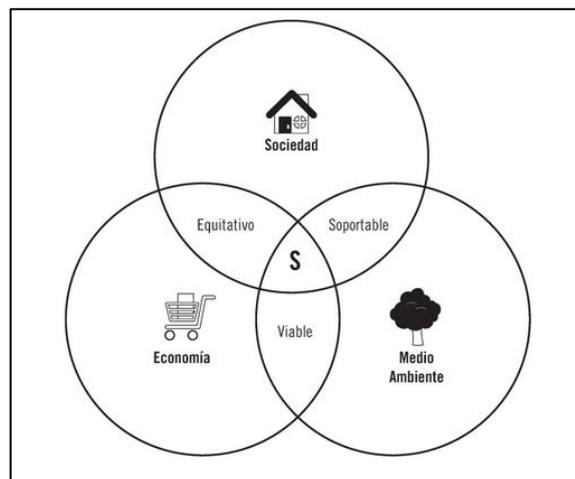
Mientras que la perspectiva ecológica implica que no se deterioran los ecosistemas naturales y que los sistemas económicos-sociales pueden ser reproducibles a corto, mediano y largo plazo. Es decir que los sistemas socioeconómicos que destruyen la base biofísica son considerados como insostenibles.

Esta visión de desarrollo pretende alcanzar los siguientes puntos importantes:

- Mantener los procesos biológicos.
- Mantener la diversidad ecológica.
- Estabilizar las poblaciones Humanas.
- Satisfacer las necesidades básicas y mínimas.
- Reducir la producción de residuos.
- Reducir los desequilibrios regionales.

### Figura 58

La sostenibilidad



Nota. Tomado de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible (p. 134), por Innovación y Cualificación, S. L., 2019, [www.elibro.net](http://www.elibro.net)

La sostenibilidad implica cambio político, sensibilidad, conciencia, responsabilidad y actitudes ciudadanas, aspectos culturales y éticos, así como los patrones del consumo que generamos y el estilo de vida de las personas.

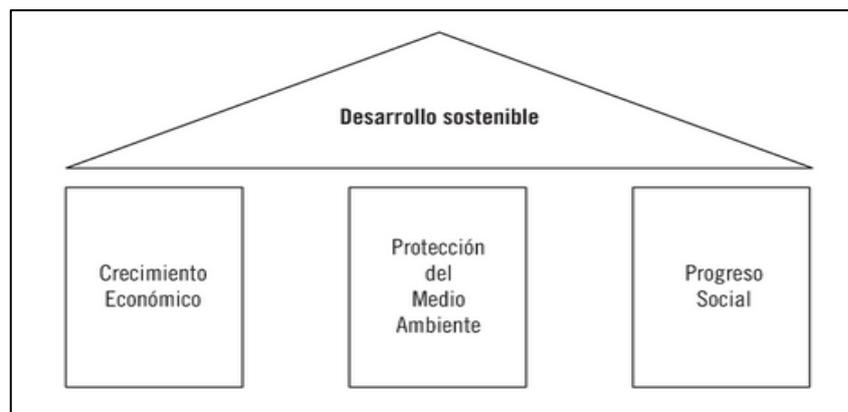
El desarrollo sostenible engloba los siguientes significados:

- Sostenibilidad ecológica de las características de nuestros ecosistemas que permite la vida y fundamentalmente la base, material, de la economía

- Sostenibilidad económica o gestión que es adecuada a los bienes ambientales y con relación en la visión de la sostenibilidad ecológica.
- Sostenibilidad Social o distribución adecuada en la cual sea justa en costos y beneficios entre la población que se tiene actualmente y las futuras.

**Figura 59**

Desarrollo sostenible



Nota. Tomado de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible (p. 137), por Innovación y Cualificación, S. L., 2019, [www.elibro.net](http://www.elibro.net)

**Tabla 15**

Los tres pilares del desarrollo sostenible

Dimensiones y temáticas del desarrollo sostenible		
Ambiental	Social	Económica
Contaminación	Salud y calidad de vida	Ciencia, tecnología y sociedad
Cambio climático	Educación	Comercio y empresa
Desastres naturales	Equidad	Energía
Biodiversidad	Derechos humanos	Uso eficiente de recursos
Residuos	Igualdad de acceso a las oportunidades	Indicadores de sostenibilidad
	Población	

Nota. Tomado de Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible (p. 139), por Innovación y Cualificación, S. L., 2019, [www.elibro.net](http://www.elibro.net)

g) La Economía Circular.

Según Burgo Bencomo (2020), “la economía circular es un económica que se interrelaciona con la sostenibilidad” (p. 33), y tiene como objetivo que el valor de los recursos, productos, materiales se mantengan en la economía en el tiempo, y tiene como finalidad la reducción máxima de la generación de residuos.

La economía circular busca tener un modelo económico sostenible en la que sus flujos pasen del esquema que tenemos actualmente (lineal) a uno de bucles cerrados, en los que los residuos que se generen no sean asociados de manera directa como desecho, sino que se puedan utilizar como materias primas.

Se basa en tres principios:

- Preservación y mejoramiento del capital natural.
- Optimización en el uso de los recursos.
- Fomento de la eficacia del sistema.

**Figura 60**

Ciclo de la economía circular



Nota. Tomado de Gestión de Empresas Agropecuarias: con Enfoque de Economía Circular para el Fomento del Desempeño y la Sostenibilidad (p. 35), por O. B. Burgo Bencomo, 2020, [www.elibro.net](http://www.elibro.net)

## 2.3 Definición de Términos Básicos.

### 2.3.1 Obra de Ingeniería Civil:

“Obra civil que comprende la construcción de infraestructura (vial, de servicios públicos, etc.). Equipamiento y/o cualquier otro tipo de estructura. No se incluyen los edificios” (Norma Técnica G.040 Uso y Mantenimiento, 2009, p. 3).

### 2.3.2 Sistema Constructivo:

“Conjunto integral de materiales de construcción que, combinados según lineamientos técnicos precisos, es decir, según un determinado proceso constructivo, se construye un edificio u obra de ingeniería” (Norma Técnica G.040 Uso y Mantenimiento, 2009, p. 5).

### 2.3.3 Agregado:

“Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico” IMPAC (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 13).

### 2.3.4 Agregado Fino:

“Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8”)” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 13).

### 2.3.5 Agregado Grueso:

“Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 13).

### 2.3.6 Cemento:

“Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

### 2.3.7 Concreto:

“Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

### 2.3.8 Concreto Armado o Reforzado:

“Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no, especificada en los Capítulos 1 al 21” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

### 2.3.9 Concreto premezclado:

“Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

### 2.3.10 Puntales:

“Elementos de apoyo verticales o inclinados diseñados para soportar el peso del encofrado, del concreto y de las cargas de construcción sobre ellos” (Norma Técnica E.060 Concreto Armado, 2009, p. 14).

### 2.3.11 Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS):

“La prestación de servicios de residuos sólidos se realiza a través de las Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS), constituidas prioritariamente como empresa privada o mixta con mayoría de capital privado” (Sistema de Información Ambiental Local, 2016).

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1 Hipótesis

#### 3.1.1 Hipótesis Principal

El análisis de las actividades de los sistemas constructivos permite determinar el impacto ambiental.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), es una “hipótesis que establecen relaciones de causalidad”. Ya que la finalidad de la investigación no es solo afirma la relación entre variables, sino que también propone un sentido de entendimiento. Estableciendo así una relación de causa-efecto.

#### 3.1.2 Hipótesis Secundarias

- El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional permite determinar los efectos en el Sistema Biofísico.
- El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional permite determinar los efectos en el Sistema socio-económico.
- El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado permite determinar los efectos en el Sistema Biofísico.
- El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado permite determinar los efectos en el Sistema socio-económico.

### 3.2 Variables

#### 3.2.1 Definición Conceptual de las Variables

Según Borja Suárez (2016) una variable es una característica o atributo que puede medirse y cuyo contenido es susceptible a observarse en forma directa o indirecta.

Y para la presente investigación, debido a la forma en que funcionan las variables como  $Y=f(x)$ , estamos tratando con una variable Independiente y otra Dependiente. Las cuales presentaremos a continuación:

Variable Independiente: Está conformada por los sistemas constructivos y tiene como subvariables el sistema constructivo convencional y prefabricado.

Según la Norma Técnica G.040 uso y mantenimiento (2009), el sistema constructivo es el “conjunto integral de materiales de construcción que, combinados según lineamientos técnicos precisos, es decir, según un

determinado proceso constructivo se construye un edificio u obra de ingeniería”  
(p. 5)

Variable Dependiente: Está conformada por el impacto ambiental y tiene como subvariables el sistema biofísico y sistema socio-económico.

Según Garmendia Salvador et al. (2005) “un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana” (p. 17).

### 3.2.2 Operacionalización de las Variables

**Tabla 16**

Matriz de operacionalización de las variables

	<b>Variab</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
<b>Independiente</b>	<b>SISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>	“Conjunto integral de materiales de construcción que, combinados según lineamientos técnicos precisos, es decir, según un determinado proceso constructivo, se construye un edificio u obra de ingeniería” (Norma Técnica G.040, 2009, p. 5)..	Sistema constructivo convencional	Actividades del sistema constructivo convencional	Partidas de Ejecución de Obra (Presupuesto)
			Sistema constructivo prefabricado	Actividades del sistema constructivo prefabricado. (ACEDIM, PRELIMA y TENSOCRET)	
<b>Dependiente</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	Según Garmendia Salvador, Salvador Alcaide, Crespo Sánchez, & Garmendia Salvador (2005) “un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana” (p. 17).	Sistema Biofísico	Suelo Aire Agua Flora Fauna Paisaje	Árbol de factores ambientales
			Sistema socio-económico	Territorial Demográfico Económico Social	Matriz de Leopold (Valoración de del impacto ambiental)

Nota. Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 4.1 Tipo y Nivel

Según Borja Suárez (2016), en el libro de metodología para investigación para ingeniería civil, existen diversas formas de tipificar la investigación:

#### 4.1.1 Tipo:

Según Borja Suárez (2016) la “investigación aplicada, se trata de una investigación que busca conocer y actuar sobre una realidad problemática, ésta se encuentra interesada en la aplicación inmediata sobre el problema antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal” (p. 10).

La investigación tipo aplicada debido a que partiremos de un marco conceptual existente, extraída de artículos científicos y tesis presentadas, el cual nos permitirá cuantificar el desarrollo e identificar el nivel de impacto ambiental negativo de una manera cualitativa.

#### 4.1.2 Enfoque:

Según Borja Suárez (2016) la “investigación cuantitativa, plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con los que se podría contestar las preguntas de la investigación y probar la hipótesis” (p. 11).

“Por lo común en los estudios cuantitativos se establece una o varias hipótesis, se diseña un plan para someterlas a prueba, se mide los conceptos incluidos en las hipótesis” (p. 11).

Para el cumplimiento del objetivo planteado en la presente investigación, partiremos de una calificación cuantitativa de la interacción de los impactos generados por las actividades de los sistemas constructivos, en cada uno de los factores ambientales. Y posteriormente, se hará una valoración cualitativa (Significación) en función de los rangos propuestos por el método a usar.

#### 4.1.3 Método

Según Zapatero Campos (2010), “en un proyecto de investigación se espera que el autor explique qué camino o caminos seguirá para lograr los, propósitos, de su investigación” (p. 36). El método lógico deductivo es el razonamiento que

empieza de la premisa general, tomada como válida, y aplicado para lo particular.

El método a utilizar en la presente tesis será deductivo puesto que partiremos de un marco conceptual existente de los sistemas constructivos convencional y prefabricado aplicados en la actualidad, y los aspectos ambientales. El marco conceptual existente se puede evidenciar en investigaciones y libros citados en el marco teórico.

#### 4.1.4 Nivel

Hablar de nivel, es hablar de alcance de la investigación. Según Hernández Sampieri et al. (2014). Teniendo en cuenta que la presente investigación es cuantitativa, la presente investigación tiene un nivel correlacional. Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.

También hablamos de un estudio descriptivo, en el que “se busca especificar las propiedades” (p. 124). Es decir, se quiere medir o recoger información únicamente de manera independiente o conjunta sobre las variables o conceptos a las que se refieren, esto es el objetivo, no indicar como se relacionan estas.

Lo mencionado es importante “pues del alcance del estudio depende la estrategia de investigación, pero en la práctica cualquier investigación puede incluir elementos de más de uno de estos cuatro alcances” (p. 122)

Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales primero se mide cada una de éstas, y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba.

## 4.2 Diseño de Investigación

### 4.2.1 Diseño no Experimental

Según Hernández Sampieri et al. (2014). Por no ser una investigación en donde se puedan manipular las variables deliberadamente para observar sus consecuencias, sino más bien, se observarán situaciones ya existentes debido al

uso de sistemas tradicionales y prefabricados en obras de infraestructura. Además, de su impacto ambiental generado.

Según Álvarez Risco (2020), en el diseño no experimental, “no existe manipulación de las variables por parte del investigador” (p. 3).

Por otro lado, también hablamos de una investigación transversal. Puesto que, es un estudio en el que se mide a las variables una sola vez y con la información se hace un análisis, estas pueden ser exploratorios, descriptivos, explicativos o correlacionales

Según Hernández Sampieri et al. (2014), una investigación transeccional o transversal recolecta datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su interrelación en un momento dado. Y en la presente investigación se tomará en cuenta el impacto ambiental de la utilización de los sistemas constructivos tradicional y prefabricado en la misma obra ejecutada, es decir, en el mismo momento.

#### 4.2.2 Diseño Transeccionales Correlacionales - Causales

Según Hernández Sampieri et al. (2014) estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado. Además, las causas y efectos ya ocurrieron en la realidad (estaban dados y manifestados), sólo se observan y reportan. Y en el presente estudio, tenemos dos variables. El primero, es el sistema constructivo y el segundo, el impacto ambiental generado por estos. Teniendo así, una relación de causa- efecto.

Por otro lado, para hablar de una relación causa-efecto, una variable debe depender de otra y ésta última, debe anteceder a la otra en tiempo.

Además, la construcción de las relaciones de la presente investigación será a partir de la variable independiente, que en este caso es el sistema constructivo el cual genera el impacto ambiental en obras de infraestructura, el cual, vendría ser variable dependiente.

Lo antes mencionado, hace referencia a un diseño prospectivo, ya que construiremos la relación de variables a partir de la variable dependiente hacia la variable independiente.

## 4.3 Población y Muestra

### 4.3.1 Población

La población de estudio de la presente investigación consta de todas las obras de infraestructura en Lurín, las cuales se ejecutaron en el año 2019.

### 4.3.2 Muestra

El diseño muestral corresponde a 12 edificios de 3 niveles como máximo de la obra Centro de Distribución Molitalia – Lurín ejecutada en el año 2019.

- Edificio de Operaciones
- Edificio de Servicios
- Caseta de control n°1
- Subestación
- Caseta de control n°2
- Zona deportiva – vestidores
- Balanza de facturación
- Administración de camiones
- Centro de distribución
- Taller de mantenimiento
- Edificio de servicios auxiliares
- Cuarto de bombas y cisternas

## 4.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

### 4.4.1 Tipos de Técnicas e Instrumentos

Con respecto a la identificación y evaluación de aspectos y sistemas ambientales, tomaremos como referencia las metodologías planteadas en el libro “Evaluación de impacto ambiental” publicado en el 2005, y para la identificación y valoración de los impactos ambientales, tomaremos los parámetros y metodologías propuestas en el “Plan de manejo ambiental campamento sub base 28 de Julio lote 138” en donde se trabaja con la matriz de Leopold, que se viene aplicando actualmente en los estudios de impacto ambiental.

#### 4.4.2 Procedimientos para la Recolección de Datos

##### 4.4.2.1 Árbol de Factores

**Figura 61**

Instrumento de recolección de datos para árbol de factores

SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR
BIOFISICO	ABIÓTICO (FÍSICO)		
	BIÓTICO		
	PERCEPTUAL		
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL		
	DEMOGRÁFICO		
	ECONÓMICO		
	SOCIAL		

Nota. Elaboración propia.

#### 4.4.2.2 Lista de Revisión

**Figura 62**

Instrumento de recolección de datos para lista de revisión

FACTOR	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Material Particulado													
Gases y nivel de emisiones													
Calidad del agua superficial													
Calidad del agua subterránea													
Contaminación por residuos sólidos													
Contaminación por líquidos tóxicos													
Capacidad productiva del suelo													
Suceptibilidad a la erosión													
Grado de compactación													
Cobertura Vegetal													
Regeneración vegetal													
Fauna Aérea													
Habitát de Fauna Aérea													
Fauna Terrestre													
Habitát de Fauna Terrestre													
Calidad Escénica													
Vibraciones													
Niveles sonoros													
Tráfico pesado													
Riesgo de Accidentes													
Ocupación para Construcción													
Incremento de Empleo													
Salud y seguridad de la población													
Incidencias sobre Comercios e Industrias													
Incidencias sobre otros Servicios.													
Bienestar Social													
Movilidad y Transporte													
Accesibilidad													

Nota. Elaboración propia.





4.4.2.5 Matriz de Valoración

Figura 65

Instrumento de recolección de datos para matriz de valoración

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE LA OBRA		PROVISIONALES		OBRAS DE CONCRETO SIMPLE													
				OBRAS PROVISIONALES		TRABAJOS PRELIMINARES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	SOLIDO	FALSA ZAPATA	FALSO PISO	CIMENTOS CORRIDOS	SORREDIMENTO SIMPLE	MURO DE CONTENCIÓN				PLACAS				
				EXCAVACIONES		MAQUINARIA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	CONCRETO	FALSA ZAPATA	FALSO PISO	CIMENTOS CORRIDOS	SORREDIMENTO SIMPLE	MURO DE CONTENCIÓN				PLACAS				
				HABILITACION DE TERRENO		MAQUINARIA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	CONCRETO	FALSA ZAPATA	FALSO PISO	CIMENTOS CORRIDOS	SORREDIMENTO SIMPLE	MURO DE CONTENCIÓN				PLACAS				
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR	EXCAVACIONES	MAQUINARIA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	CONCRETO	FALSA ZAPATA	FALSO PISO	CIMENTOS CORRIDOS	SORREDIMENTO SIMPLE	MURO DE CONTENCIÓN				PLACAS					
BIOSFICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Materia Particulada Gases y nivel de emisiones																		
		AGUA	Calidad de agua superficial Calidad de agua subterránea																		
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos																		
			Contaminación por líquidos tóxicos																		
			Capacidad productiva del suelo																		
	BIÓTICO	FLORA	Susceptibilidad a la erosión																		
			Grado de compactación																		
		FAUNA	Cobertura Vegetal																		
			Regeneración vegetal																		
			Fauna Aérea																		
PERCEPTUAL	PAISAJE	Habitat de Fauna Aérea																			
		Fauna Terrestre																			
		Habitat de Fauna Terrestre																			
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Calidad Económica																		
			Vibraciones																		
	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	Niveles sonoros																		
			Tráfico pesado																		
	SOCIAL	POBLACIONES	Riesgo de Accidentes																		
			Ocupación para Construcción																		
	DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	Incremento de Empleo																		
			Salud y seguridad de la población																		
URBANO		ACCESIBILIDAD	Incidenias sobre Comercio e Industrias																		
			Incidenias sobre otros Servicios																		
SOCIAL	POBLACIONES	Bienestar Social																			
		Movilidad y Transporte																			
SOCIAL	URBANO	ACCESIBILIDAD	Movilidad																		
			Accesibilidad																		

POCO SIGNIFICATIVO																			
MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO																			
MUY SIGNIFICATIVO																			
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO																			

PS	Poco Significativo	13 - 25	poos	Poco Significativo	13 - 25
Mos	Moderadamente Significativo	26 - 50	moos	Moderadamente Significativo	26 - 50
MUS	Muy Significativo	51 - 75	muos	Muy Significativo	51 - 75
AS	Altamente Significativo	76 - 100	aoos	Altamente Significativo	76 - 100

Nota. Elaboración propia.



4.4.2.7 Tablas Dinámicas a nivel de Concreto Armado, estructuras y proyecto.

**Figura 67**

Instrumento de recolección de datos para tablas dinámicas en diferentes niveles

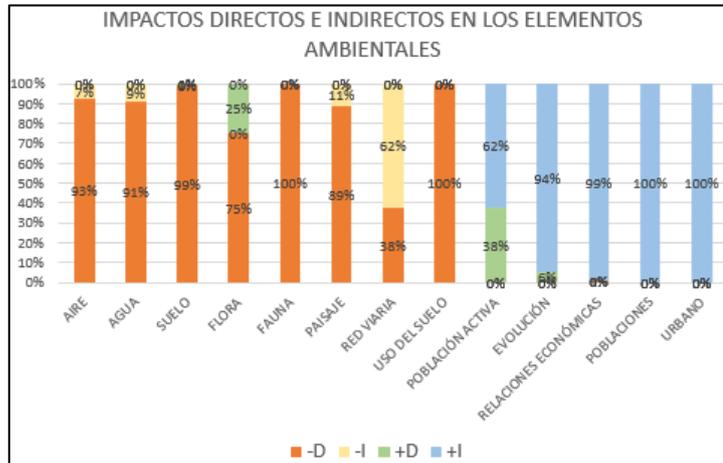
			FACTORES AMBIENTALES				
			D-	I-	D+	I+	
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	Orange	Yellow	Green	Blue
			AGUA	Orange	Yellow	Green	Blue
			SUELO	Orange	Yellow	Green	Blue
		BIÓTICO	FLORA	Orange	Yellow	Green	Blue
			FAUNA	Orange	Yellow	Green	Blue
		PERCEPTUAL	PAISAJE	Orange	Yellow	Green	Blue
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Orange	Yellow	Green	Blue
			USO DEL SUELO	Orange	Yellow	Green	Blue
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	Orange	Yellow	Green	Blue
			EVOLUCIÓN	Orange	Yellow	Green	Blue
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	Orange	Yellow	Green	Blue
			SOCIAL	POBLACIONES	Orange	Yellow	Green
		URBANO		Orange	Yellow	Green	Blue
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	Orange	Yellow	Green	Blue	
		BIÓTICO	Orange	Yellow	Green	Blue	
		PERCEPTUAL	Orange	Yellow	Green	Blue	
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	Orange	Yellow	Green	Blue	
		DEMOGRÁFICO	Orange	Yellow	Green	Blue	
		ECONÓMICO	Orange	Yellow	Green	Blue	
		SOCIAL	Orange	Yellow	Green	Blue	
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	Orange	Yellow	Green	Blue		
	SOCIO-ECONÓMICO	Orange	Yellow	Green	Blue		
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE			Orange	Yellow	Green	Blue	

Nota. Elaboración propia.

#### 4.4.2.8 Gráficos de Barras e Circular

**Figura 68**

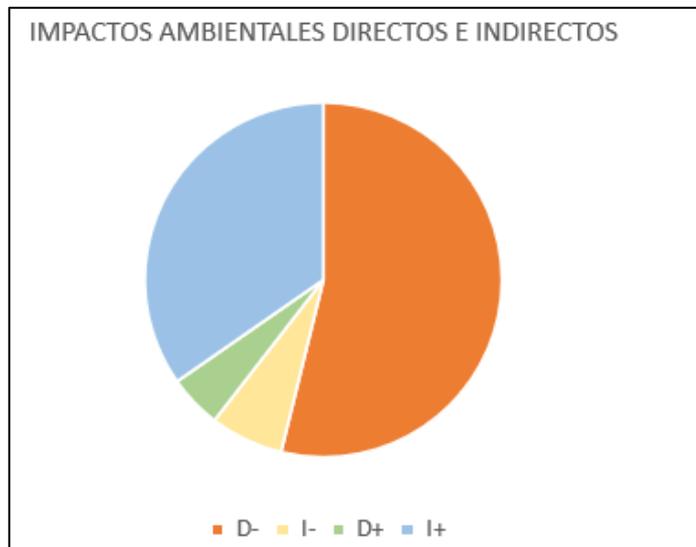
Instrumento de recolección de datos para gráfico de barras



Nota. Elaboración propia.

**Figura 69**

Instrumento de recolección de datos para gráfico circular



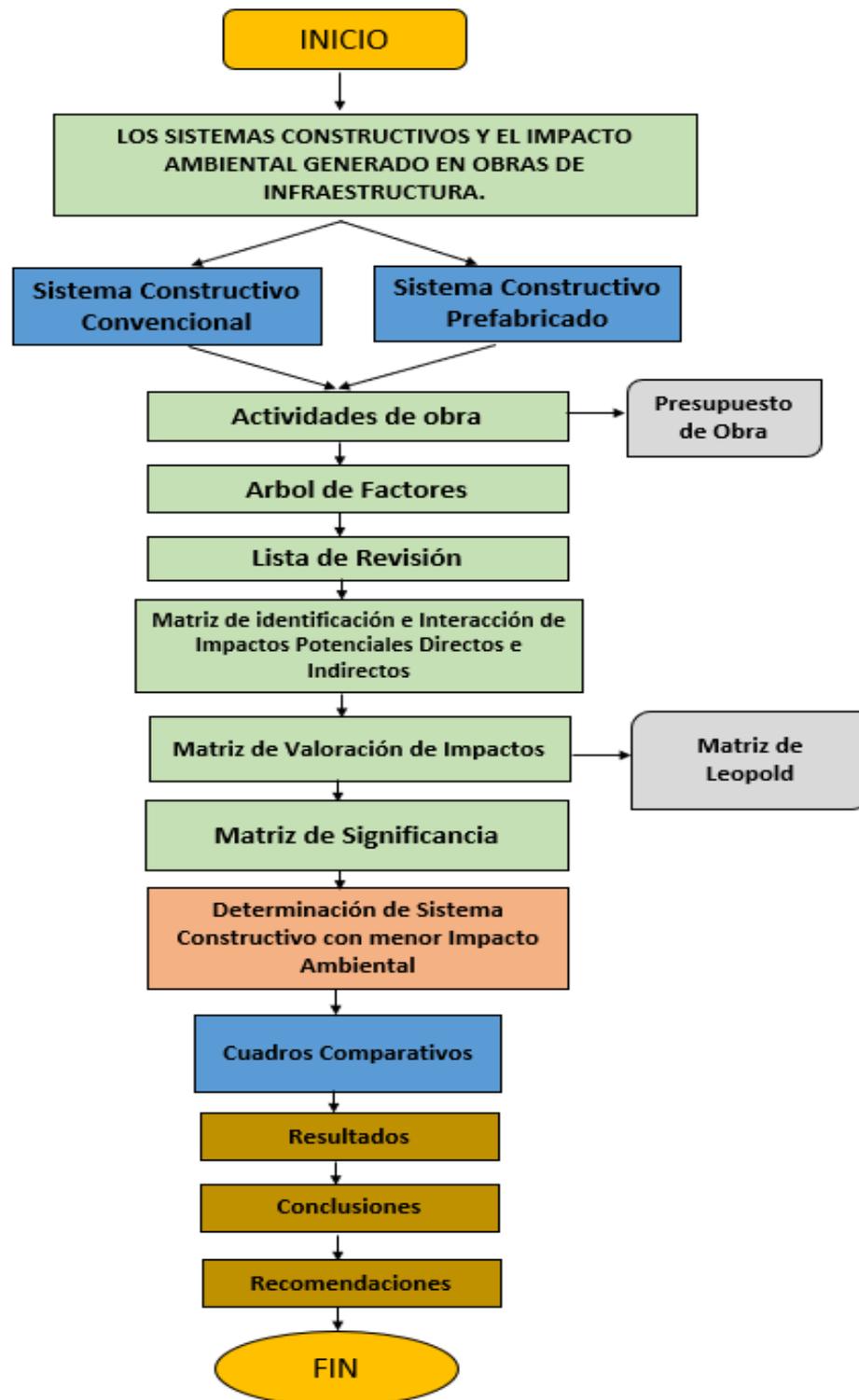
Nota. Elaboración propia

## 4.5 Técnicas para el Procesamiento y Análisis de la Información

### 4.5.1 Diseño de Ingeniería.

**Figura 70**

Flujograma



Nota. Elaboración propia

Como se puede Observar en el esquema de trabajo anterior, el primer paso para la evaluación de impacto ambiental es la realización de un inventario ambiental a través del árbol de factores ambientales en donde se encuentran identificados el sistema, medio, elemento y factor con alto valor ambiental.

Luego de contar con el árbol de factores ambientales, se procederá a elaborar la identificación de impactos ambientales a través de la metodología de lista de revisión, preparando así la información que alimentará a la matriz causa-efecto en la que se valorará los impactos potenciales identificados.

Finalmente se elaborará la matriz de Leopold (matriz causa-efecto) en donde se determinará el impacto ambiental generado por cada actividad durante la ejecución de obra. Esto debido a la significancia de cada impacto identificado con relación a las actividades a realizarse.

## CAPÍTULO V: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1 Descripción del proyecto

#### 5.1.1 Datos Generales

- **Ubicación:** Sub Lote 41, Av. Periurbana.
- **Tipo de Proyecto:** Obra nueva, Centro de Distribución
- **Área del terreno:** 131,900.00 m<sup>2</sup>

#### 5.1.2 Planteamiento General

El Proyecto Centro de Distribución Molitalia se desarrolla en un terreno de 131,900.00 m<sup>2</sup> y tiene un área techada de 33,552.34 m<sup>2</sup>.

El proyecto está orientado de sur a norte paralelo a la Vía Periurbana, los ingresos peatonales y vehiculares se ubican en la Av. Fernando Romero Dreyfus.

Los componentes del proyecto son los siguientes:

- Nave central. Edificio de almacén. Cuenta con una zona de despacho y recepción, zona de almacenaje y zona de almacenaje climatizado. Tiene un nivel con pasarela de comunicación que une el edificio de operaciones y edificio de servicios, altura de piso a cumbrera de 13.70 m.
- Mantenimiento. Edificio ubicado entre a la nave central y el edificio de operaciones, en esta zona se ubica el Taller de mantenimiento y el Cuarto de Baterías. Es de un nivel.
- Edificio de Operaciones Tiene dos niveles.
- Edificio de servicios. Cuenta con los servicios higiénicos y vestidores del personal, comedor y sala de capacitación. Tiene un nivel
- Caseta de Control.
- Caseta de balanza y facturación. Caseta ubicada entre las vías de ingreso y salida de camiones.
- Servicios auxiliares. Edificios de almacenaje, fumigación y reparación de pallets.
- Administración de camiones. Edificación de un nivel, ubicada en el área de estacionamiento de camiones.
- Zona deportiva. Cuenta con una losa multideportiva y servicios higiénicos y vestidores.

- Zona Técnica. Agrupado en dos zonas:
- Subestación eléctrica, cuarto de tableros y grupo electrógeno, área ubicada en el estacionamiento vehicular (vehículos menores).
- Cisterna de agua potable, cisterna de ACI, cuarto de bombas de agua potable y cuarto de bombas de ACI, esta área se ubica en un área cercana a los Servicios auxiliares.
- Área de estacionamiento de camiones.
- Patio de maniobras. Zona de maniobra y estacionamiento de camiones en el andén de la nave central.

## 5.2 Identificación de Actividades de la Obra de Infraestructura

Para la identificación de actividades, se consideró como base al sistema constructivo convencional que se viene trabajando en los últimos años y el cual será modificado para el sistema constructivo prefabricado (sistema Tensocret) como parte de la propuesta de evaluación y comparación mediante la identificación de impactos potenciales directos e indirectos, la significancia de actividades y valoración, las cuales se detallarán más adelante.

Además, se considera todas las especialidades como estructuras, arquitectura, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias.

Luego de realizar un análisis exhaustivo de cada uno de las etapas correspondientes a la ejecución de la obra y también de los elementos estructurales de la obra, se identificó las siguientes actividades:

Obras provisionales:

- Excavaciones manuales
- Habilidad de madera
- Colocación de madera
- Habilidad y colocación de malla metálica
- Habilidad de redes eléctricas
- Habilidad de agua fría y red de alcantarillado
- Abastecimiento de agua mediante cisterna
- Movilización horizontal en obra (oficinas prefabricadas)
- Instalación cerco metálico (transporte)

Trabajos preliminares:

- Movilización y desmovilización de equipos
- Trazo y replanteo durante la obra
- Limpieza de terreno durante la obra

### **Estructuras:**

Movimiento de tierras:

- Excavaciones masivas (equipo pesado)
- Rellenos (con minicargador)
- Refine, nivelación (rodillo - compactador)
- Eliminación de material excedente (retroexcavadora y volquete)

### **Obras de concreto simple**

Solado

- Trazo y replanteo
- Vaciado de concreto premezclado  $f'c$  100kg/cm<sup>2</sup>

Falsa zapata

- Trazo y replanteo
- Encofrado y desencofrado
- Vaciado de concreto  $f'c$  100kg/cm<sup>2</sup> + 30%pg

Falso Piso

- Trazo y replanteo
- Vaciado de concreto  $f'c$  100kg/cm<sup>2</sup> + 30%pg

Cimientos corridos

- Trazo y replanteo
- Encofrado y desencofrado de cimientos y pintado con emulsión asfáltica

Sobrecimiento simple

- Trazo y replanteo
- Encofrado y desencofrado

- Vaciado de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>

### **Obras de concreto armado**

#### Muro de contención

- Habilitado de acero
- Colocación de acero
- Acarreo horizontal (minicargador)
- Armado de andamios
- Encofrado y desencofrado de muros
- Vaciado de concreto f'c 210kg/cm<sup>2</sup>
- Colocación de junta de dilatación y contracción
- Pintado con emulsión asfáltica
- Colocación de Dren

#### Placas

- Habilitado de Acero
- Colocación de acero
- Acarreo Horizontal
- Trazo
- Encofrado y desencofrado
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)

#### Sobrecimiento armado

- Habilitación de acero
- Colocación de acero
- Acarreo horizontal
- Encofrado y desencofrado
- Vaciado de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup>
- Pintura asfáltica
- Curado

### Zapatas:

- Habilitado de acero
- Colocación de acero
- Acarreo horizontal
- Trazo y replanteo
- Encofrado y desencofrado
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)

### Pedestales

- habilitación de acero
- izaje y colocación de acero
- acarreo horizontal
- izaje y colocación de encofrado
- vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)

### Columnas

- Habilitado de acero
- Izaje y colocación de acero (para nave)
- Izaje y colocación de encofrado (para nave)
- Colocación de acero
- Acarreo horizontal
- Trazo
- Encofrado y desencofrado
- Armado de andamios
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)
- Curado

### Columnas y columnetas (para nave)

- Habilitación de acero
- Izaje y colocación de acero
- Acarreo horizontal
- Izaje y colocación de encofrado
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)

## Vigas

- Colocación de puntales
- encofrado de viga
- Habilitación de acero
- Colocación de acero
- Acarreo horizontal
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)

## Losa

- Puntales
- Encofrado y desencofrado
- Colocación de ladrillo
- Habilitado y colocado de acero
- Acarreo horizontal
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)
- Armado de andamio para acceso

## Losa de piso industrial

- Habilitación de acero
- Colocación de acero
- Colocación de encofrado y desencofrado
- Colocación de junta de construcción y control
- Vaciado de concreto (incluye vibración de concreto)
- Pulido de concreto

## Escalera

- Trazo y replanteo
- Habilitación de acero
- Colocación de acero
- Encofrado y desencofrado
- Vaciado de concreto (incluye vibrado de concreto)

Fosa niveladora de concreto armado

- Trazo y replanteo
- Encofrado y vaciado de concreto
- Vaciado de concreto

Para estructuras metálicas:

Techo

- Traslado de vigas metálicas (camión)
- Colocación de vigas metálicas (grúa telescópica)

Soporte de cerramientos

- Transporte de cerramiento (camión)
- Izaje y colocación de cobertura (grúa telescópica)

Escalera metálica

- Transporte de escalera metálica (camión)
- Colocación de escalera metálica

Arquitectura:

Muros y tabiques

- Armado de andamios
- Acarreo de ladrillos
- Colocación de ladrillos
- Tarrajeo
- Pintura
- Contrazocalos
- Traslado de bloquetas
- Traslado de concrelisto y morterolista
- Colocación de bloquetas
- Solaqueo de muros
- Solaqueo

### Carpintería metálica

- Instalación de carpintería metálica

### Carpintería de madera

- Instalación de carpintería de madera

### Pintura

- Armado de andamios

### Zócalos

- Colocación de Zócalos

### Techo

- Transporte de coberturas
- Colocación de coberturas

### Escalera metálica

- Transporte de escalera metálica
- Colocación de escalera metálica

### Vidrios

- Instalación de ventanas

### Instalación de drywall

### Instalación de vidrios, cristales y similares

### Suministro e instalación de falso cielo raso

### **Especialidades:**

- Instalaciones Sanitarias
- Instalaciones Eléctricas
- Agua Contra Incendio
- Instalaciones Mecánicas
- Evacuación y Seguridad
- TIC

## 5.3 Identificación de Impactos Ambientales

### 5.3.1 Árbol de Factores

En cuanto a la elaboración del Árbol de Factores, éste ha sido elaborado considerando la información recolectada dentro del marco teórico y las condiciones de la obra de infraestructura propuesta en la presente investigación que se detalla en el Presupuesto, plano de estructuras y especificaciones técnicas.

Luego del análisis de los documentos mencionados en líneas anteriores, estos son los factores ambientales propuestos para la matriz de Leopold que se utilizará para la determinación de Impactos ambientales:

**Figura 71**

Árbol de Factores

SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR
BIOFÍSICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Material Particulado
			Gases y nivel de emisiones
		AGUA	Calidad del agua superficial
			Calidad del agua subterránea
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos
			Contaminación por líquidos tóxicos
	Capacidad productiva del suelo		
	BIÓTICO	FLORA	Suceptibilidad a la erosión
			Grado de compactación
		FAUNA	Cobertura Vegetal
			Regeneración vegetal
Fauna Aérea			
PERCEPTUAL	PAISAJE	Habitát de Fauna Aérea	
		Fauna Terrestre	
		Habitát de Fauna Terrestre	
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Calidad Escénica
			Vibraciones
	DEMOGRÁFICO	USO DEL SUELO	Niveles sonoros
			Tráfico pesado
		POBLACIÓN ACTIVA	Riesgo de Accidentes
	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	Ocupación para Construcción
			Incremento de Empleo
	SOCIAL	POBLACIONES	Salud y seguridad de la población
Incidencias sobre Comercios e Industrias			
URBANO		Incidencias sobre otros Servicios.	
		Bienestar Social	
		Movilidad y Transporte	
		Accesibilidad	

Nota. Elaboración propia

### 5.3.2 Lista de Revisión

Según Garmendia Salvador et al. (2014), es la metodología más elemental para identificar los impactos para luego empezar a valorarlos. Además, esta lista de revisión se elabora con la finalidad de emitir un primer juicio de valor y así construir un posible panorama de los factores ambientales a considerar en la Matriz de Leopold, que es la herramienta ambiental que utilizaremos para calificar y valorar los Impactos ambientales generados por los sistemas constructivos convencional y prefabricado considerados en la presente investigación.

**Figura 72**

Lista de revisión

FACTOR	Carácter		Duración		En el tiempo		Espacio		Reversible	Irreversible	Recuperable	Irrecuperable	Juicio
	Beneficio	Negativo	Temporal	Permanente	Corto Plazo	Largo Plazo	Local	Extenso					
Material Particulado		X		X	X		X		X		X		Compatible
Gases y nivel de emisiones		X		X	X		X		X		X		Compatible
Calidad del agua superficial		X		X	X		X		X		X		Severo
Calidad del agua subterránea		X		X	X		X		X		X		Severo
Contaminación por residuos sólidos		X		X	X		X		X		X		Severo
Contaminación por líquidos tóxicos		X		X	X		X		X		X		Severo
Capacidad productiva del suelo		X		X	X			X	X		X		Severo
Suceptibilidad a la erosión		X		X		X		X		X		X	Moderado
Grado de compactación		X		X	X		X			X		X	Moderado
Cobertura Vegetal		X		X	X			X	X	X			Severo
Regeneración vegetal		X		X	X			X	X	X			Severo
Fauna Aérea		X		X	X		X			X		X	Severo
Habitát de Fauna Aérea		X		X	X		X			X		X	Severo
Fauna Terrestre		X		X	X		X			X		X	Severo
Habitát de Fauna Terrestre		X		X	X		X			X		X	Severo
Calidad Escénica		X		X	X		X		X		X		Compatible
Vibraciones		X		X	X		X			X	X		Compatible
Niveles sonoros		X		X	X		X			X	X		Compatible
Tráfico pesado		X	X			X		X		X		X	Compatible
Riesgo de Accidentes		X	X			X	X			X	X		Moderado
Ocupación para Construcción		X		X		X	X			X	X		Compatible
Incremento de Empleo	X		X		X		X		X		X		Positivo
Salud y seguridad de la población		X	X		X		X		X		X		Moderado
Incidencias sobre Comercios e Industrias		X		X	X		X			X	X		Compatible
Incidencias sobre otros Servicios.		X		X	X		X			X	X		Compatible
Bienestar Social	X			X	X		X		X		X		Moderado
Movilidad y Transporte		X	X		X		X		X		X		No Significativo
Accesibilidad		X		X	X		X		X		X		Moderado

Nota. Como se aprecia en la lista de revisión, lo factores ambientales con mayor susceptibilidad son el agua, suelo, cobertura vegetal y hábitat animal. Elaboración propia.

#### 5.4 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Convencional y prefabricado

Dentro de los aportes que se pretenden derivar de la presente investigación es la comparación de los resultados obtenidos a través de la matriz de Leopold en donde se califican los impactos ambientales generados por el sistema constructivo convencional y prefabricado. Esto, con la intención de determinar el sistema constructivo que menor impacto ambiental genera y así promover su uso alineado con la sostenibilidad.

##### 5.4.1 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Convencional.

El proyecto Centro de Distribución Molitalia que ha sido tomado como muestra en esta investigación se ejecutó con el sistema constructivo convencional, que se viene utilizando en los últimos años en el Perú. Es por ello que se planteó un análisis ambiental a través de la matriz de Leopold, en donde se calificarán y valorarán los impactos ambientales generados por este sistema constructivo.

##### 5.4.1.1 Matriz de Identificación e Interacción de Impactos Potenciales – Directos e Indirectos – Sistema Constructivo Convencional.

La finalidad del siguiente análisis es reconocer la incidencia de los impactos como impactos indirectos o directos. El análisis de las actividades que se realizan sobre el medio ambiente da como resultado esta valoración cualitativa en la cual se pretende predecir si es un impacto con resultados inmediatos (directo) o también como la consecuencia posterior al cambio ocasionado (indirecto).

- El impacto directo ocurre la acción impactante en el componente socio-ambiental afectado, como por ejemplo la compactación del suelo por la habilitación de las instalaciones.
- El impacto Indirecto ocurre por la consecuencia de la acción, pero no es necesariamente sobre el componente socio-ambiental sino por consecuencias derivadas de estas.

### Figura 73

Criterio de identificación de impactos directos e indirectos

D	Impacto Negativo Directo
I	Impacto Negativo Indirecto
D	Impacto Positivo Directo
I	Impacto Positivo Indirecto

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la matriz de interacción e identificación de impactos directos e indirectos obtenidos del sistema constructivo convencional.

**Figura 74**

Matriz de interacción e identificación de impactos potenciales - directos e indirectos (1) – sistema convencional

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE OBRA														ESTRUCTURAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				MURO DE CONTENCIÓN														PLACAS				SOBRECIMIENTO ARMADO				ZAPATAS				PEDESTALES				COLUMNAS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
				HABILITADO DE ACERO		COLOCACIÓN DE ACERO		ACARRIO HORIZONTAL (MINICARGADOR)		ARMADO DE ANDAMIOS		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS (Usa de Guía)		VACIADO DE CONCRETO Fc 21(Mg/cm <sup>2</sup> )		COLOCACIÓN DE JUNTA DE DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN		PINTADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA		COLOCACIÓN DE DREN		HABILITADO DE ACERO		COLOCACIÓN DE ACERO		TRAZO		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		VACIADO DE CONCRETO (INCLUYE VIBRACIÓN DE CONCRETO)		HABILITACIÓN DE ACERO		COLOCACIÓN DE ACERO		ACARRIO HORIZONTAL		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		VACIADO DE CONCRETO (INCLUYE VIBRACIÓN DE CONCRETO)		HABILITADO DE ACERO		IZAJE Y COLOCACIÓN DE ACERO (PARA NAVE)		IZAJE Y COLOCACIÓN DE ENCOFRADO (PARA NAVE)		COLOCACIÓN DE ACERO		ACARRIO HORIZONTAL		TRAZO		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		ARMADO DE ANDAMIOS		VACIADO DE CONCRETO (INCLUYE VIBRACIÓN DE CONCRETO)		CURADO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32	H33	H34	H35	H36	H37	H38	H39	H40	H41	H42	H43	H44	H45	H46	H47	H48	H49	H50	H51	H52	H53	H54	H55	H56	H57	H58	H59	H60	H61	H62	H63	H64	H65	H66	H67	H68	H69	H70	H71	H72	H73	H74	H75	H76	H77	H78	H79	H80	H81	H82	H83	H84	H85	H86	H87	H88	H89	H90	H91	H92	H93	H94	H95	H96	H97	H98	H99	H100	H101	H102	H103	H104	H105	H106	H107	H108	H109	H110	H111	H112	H113	H114	H115	H116	H117	H118	H119	H120	H121	H122	H123	H124	H125	H126	H127	H128	H129	H130	H131	H132	H133	H134	H135	H136	H137	H138	H139	H140	H141	H142	H143	H144	H145	H146	H147	H148	H149	H150	H151	H152	H153	H154	H155	H156	H157	H158	H159	H160	H161	H162	H163	H164	H165	H166	H167	H168	H169	H170	H171	H172	H173	H174	H175	H176	H177	H178	H179	H180	H181	H182	H183	H184	H185	H186	H187	H188	H189	H190	H191	H192	H193	H194	H195	H196	H197	H198	H199	H200	H201	H202	H203	H204	H205	H206	H207	H208	H209	H210	H211	H212	H213	H214	H215	H216	H217	H218	H219	H220	H221	H222	H223	H224	H225	H226	H227	H228	H229	H230	H231	H232	H233	H234	H235	H236	H237	H238	H239	H240	H241	H242	H243	H244	H245	H246	H247	H248	H249	H250	H251	H252	H253	H254	H255	H256	H257	H258	H259	H260	H261	H262	H263	H264	H265	H266	H267	H268	H269	H270	H271	H272	H273	H274	H275	H276	H277	H278	H279	H280	H281	H282	H283	H284	H285	H286	H287	H288	H289	H290	H291	H292	H293	H294	H295	H296	H297	H298	H299	H300	H301	H302	H303	H304	H305	H306	H307	H308	H309	H310	H311	H312	H313	H314	H315	H316	H317	H318	H319	H320	H321	H322	H323	H324	H325	H326	H327	H328	H329	H330	H331	H332	H333	H334	H335	H336	H337	H338	H339	H340	H341	H342	H343	H344	H345	H346	H347	H348	H349	H350	H351	H352	H353	H354	H355	H356	H357	H358	H359	H360	H361	H362	H363	H364	H365	H366	H367	H368	H369	H370	H371	H372	H373	H374	H375	H376	H377	H378	H379	H380	H381	H382	H383	H384	H385	H386	H387	H388	H389	H390	H391	H392	H393	H394	H395	H396	H397	H398	H399	H400	H401	H402	H403	H404	H405	H406	H407	H408	H409	H410	H411	H412	H413	H414	H415	H416	H417	H418	H419	H420	H421	H422	H423	H424	H425	H426	H427	H428	H429	H430	H431	H432	H433	H434	H435	H436	H437	H438	H439	H440	H441	H442	H443	H444	H445	H446	H447	H448	H449	H450	H451	H452	H453	H454	H455	H456	H457	H458	H459	H460	H461	H462	H463	H464	H465	H466	H467	H468	H469	H470	H471	H472	H473	H474	H475	H476	H477	H478	H479	H480	H481	H482	H483	H484	H485	H486	H487	H488	H489	H490	H491	H492	H493	H494	H495	H496	H497	H498	H499	H500	H501	H502	H503	H504	H505	H506	H507	H508	H509	H510	H511	H512	H513	H514	H515	H516	H517	H518	H519	H520	H521	H522	H523	H524	H525	H526	H527	H528	H529	H530	H531	H532	H533	H534	H535	H536	H537	H538	H539	H540	H541	H542	H543	H544	H545	H546	H547	H548	H549	H550	H551	H552	H553	H554	H555	H556	H557	H558	H559	H560	H561	H562	H563	H564	H565	H566	H567	H568	H569	H570	H571	H572	H573	H574	H575	H576	H577	H578	H579	H580	H581	H582	H583	H584	H585	H586	H587	H588	H589	H590	H591	H592	H593	H594	H595	H596	H597	H598	H599	H600	H601	H602	H603	H604	H605	H606	H607	H608	H609	H610	H611	H612	H613	H614	H615	H616	H617	H618	H619	H620	H621	H622	H623	H624	H625	H626	H627	H628	H629	H630	H631	H632	H633	H634	H635	H636	H637	H638	H639	H640	H641	H642	H643	H644	H645	H646	H647	H648	H649	H650	H651	H652	H653	H654	H655	H656	H657	H658	H659	H660	H661	H662	H663	H664	H665	H666	H667	H668	H669	H670	H671	H672	H673	H674	H675	H676	H677	H678	H679	H680	H681	H682	H683	H684	H685	H686	H687	H688	H689	H690	H691	H692	H693	H694	H695	H696	H697	H698	H699	H700	H701	H702	H703	H704	H705	H706	H707	H708	H709	H710	H711	H712	H713	H714	H715	H716	H717	H718	H719	H720	H721	H722	H723	H724	H725	H726	H727	H728	H729	H730	H731	H732	H733	H734	H735	H736	H737	H738	H739	H740	H741	H742	H743	H744	H745	H746	H747	H748	H749	H750	H751	H752	H753	H754	H755	H756	H757	H758	H759	H760	H761	H762	H763	H764	H765	H766	H767	H768	H769	H770	H771	H772	H773	H774	H775	H776	H777	H778	H779	H780	H781	H782	H783	H784	H785	H786	H787	H788	H789	H790	H791	H792	H793	H794	H795	H796	H797	H798	H799	H800	H801	H802	H803	H804	H805	H806	H807	H808	H809	H810	H811	H812	H813	H814	H815	H816	H817	H818	H819	H820	H821	H822	H823	H824	H825	H826	H827	H828	H829	H830	H831	H832	H833	H834	H835	H836	H837	H838	H839	H840	H841	H842	H843	H844	H845	H846	H847	H848	H849	H850	H851	H852	H853	H854	H855	H856	H857	H858	H859	H860	H861	H862	H863	H864	H865	H866	H867	H868	H869	H870	H871	H872	H873	H874	H875	H876	H877	H878	H879	H880	H881	H882	H883	H884	H885	H886	H887	H888	H889	H890	H891	H892	H893	H894	H895	H896	H897	H898	H899	H900	H901	H902	H903	H904	H905	H906	H907	H908	H909	H910	H911	H912	H913	H914	H915	H916	H917	H918	H919	H920	H921	H922	H923	H924	H925	H926	H927	H928	H929	H930	H931	H932	H933	H934	H935	H936	H937	H938	H939	H940	H941	H942	H943	H944	H945	H946	H947	H948	H949	H950	H951	H952	H953	H954	H955	H956	H957	H958	H959	H960	H961	H962	H963	H964	H965	H966	H967	H968	H969	H970	H971	H972	H973	H974	H975	H976	H977	H978	H979	H980	H981	H982	H983	H984	H985	H986	H987	H988	H989	H990	H991	H992	H993	H994	H995	H996	H997	H998	H999	H1000	H1001	H1002	H1003	H1004	H1005	H1006	H1007	H1008	H1009	H1010	H1011	H1012	H1013	H1014	H1015	H1016	H1017	H1018	H1019	H1020	H1021	H1022	H1023	H1024	H1025	H1026	H1027	H1028	H1029	H1030	H1031	H1032	H1033	H1034	H1035	H1036	H1037	H1038	H1039	H1040	H1041	H1042	H1043	H1044	H1045	H1046	H1047	H1048	H1049	H1050	H1051	H1052	H1053	H1054	H1055	H1056	H1057	H1058	H1059	H1060	H1061	H1062	H1063	H1064	H1065	H1066	H1067	H1068	H1069	H1070	H1071	H1072	H1073	H1074	H1075	H1076	H1077	H1078	H1079	H1080	H1081	H1082	H1083	H1084	H1085	H1086	H1087	H1088	H1089	H1090	H1091	H1092	H1093	H1094	H1095	H1096	H1097	H1098	H1099	H1100	H1101	H1102	H1103	H1104	H1105	H1106	H1107	H1108	H1109	H1110	H1111	H1112	H1113	H1114	H1115	H1116	H1117	H1118	H1119	H1120	H1121	H1122	H1123	H1124	H1125	H1126	H1127	H1128	H1129	H1130	H1131	H1132	H1133	H1134	H1135	H1136	H1137	H1138	H1139	H1140	H1141	H1142	H1143	H1144	H1145	H1146	H1147	H1148	H1149	H1150	H1151	H1152	H1153	H1154	H1155	H1156	H1157	H1158	H1159	H1160	H1161	H1162	H1163	H1164	H1165	H1166	H1167	H1168	H1169	H1170	H1171	H1172	H1173	H1174	H1175	H1176	H1177	H1178	H1179	H1180	H1181	H1182	H1183	H1184	H1185	H1186	H1187	H1188	H1189	H1190	H1191	H1192	H1193	H1194	H1195	H1196	H1197	H1198	H1199	H1200	H1201	H1202	H1203	H1204	H1205	H1206	H1207	H1208	H1209	H1210	H1211	H1212	H1213	H1214	H1215	H1216	H1217	H1218	H1219	H1220	H1221	H1222	H1223	H1224	H1225	H1226	H1227	H1228	H1229	H1230	H1231	H1232	H1233	H1234	H1235	H1236	H1237	H1238	H1239	H1240	H1241	H1242	H1243	H1244	H1245	H1246	H1247	H1248	H1249	H1250	H1251	H1252	H1253	H1254	H1255	H1256	H1257	H1258	H1259	H1260	H1261	H1262	H1263	H1264	H1265	H1266	H1267	H1268	H1269	H1270	H1271	H1272	H1273	H1274	H1275	H1276	H1277	H1278	H1279	H1280	H1281	H1282	H1283	H1284	H1285	H1286	H1287	H1288	H1289	H1290	H1291	H1292	H1293	H1294	H1295	H1296	H1297	H1298	H1299	H1300	H1301	H1302	H1303	H1304	H1305	H1306	H1307	H1308	H1309	H1310	H1311	H1312	H1313	H1314	H1315	H1316	H1317	H1318	H1319	H1320	H1321	H1322	H1323	H1324	H1325	H1326	H1327	H1328	H1329	H1330	H1331	H1332	H1333	H1334	H1335	H1336	H1337	H1338	H1339	H1340	H1341	H1342	H1343	H1344	H1345	H1346	H1347	H1348	H1349	H1350	H1351	H1352	H1353	H1354	H1355	H1356	H1357	H1358	H1359	H1360	H1361	H1362	H1363	H1364	H1365	H1366	H1367	H1368	H1369	H1370	H1371	H1372	H1373	H1374	H1375	H1376	H1377	H1378	H1379	H1380	H1381	H1382	H1383	H1384	H1385	H1386	H1387	H1388	H1389	H1390	H1391	H1392	H1393	H1394	H1395	H1396	H1397	H1398	H1399	H1400	H1401	H1402



**Figura 76**

Matriz de interacción e identificación de impactos potenciales - directos e indirectos (3) – sistema convencional

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE OBRA				ESTRUCTURAS				CONCRETO ARMADO			
				PROYECTO				ESTRUCTURAS				CONCRETO ARMADO			
				DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO	DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO	DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR												
BIOFISICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Material Particulado	8%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
			Gases y nivel de emisiones	35%	4%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	34%	0%	0%	0%
		AGUA	Calidad del agua superficial	29%	18%	0%	0%	36%	24%	0%	0%	36%	31%	0%	0%
			Calidad del agua subterránea	32%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	32%	0%	0%	0%
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos	34%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	0%	31%	0%	0%	0%
			Contaminación por líquidos tóxicos	44%	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%	52%	0%	0%	0%
	Capacidad productiva del suelo		15%	0%	0%	0%	18%	0%	0%	0%	19%	0%	0%	0%	
	Suceptibilidad a la erosión		2%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	
	BIÓTICO	FLORA	Grado de compactación	3%	0%	1%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
			Cobertura Vegetal	3%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
			Regeneración vegetal	1%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		FAUNA	Fauna Aérea	40%	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%	62%	0%	0%	0%
	Habitát de Fauna Aérea		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	PERCEPTUAL	PAISAJE	Fauna Terrestre	49%	0%	0%	0%	64%	0%	0%	0%	70%	0%	0%	0%
Habitát de Fauna Terrestre			4%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Calidad Escénica	41%	0%	0%	0%	47%	0%	0%	0%	49%	0%	0%	
			Vibraciones	32%	1%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	
		Niveles sonoros	68%	13%	0%	0%	71%	13%	0%	0%	73%	13%	0%		
	DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA EVOLUCIÓN	Tráfico pesado	2%	27%	0%	0%	3%	32%	0%	0%	1%	32%	0%	
			Riesgo de Accidentes	18%	11%	0%	0%	25%	9%	0%	0%	27%	0%	0%	
	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	Ocupación para Construcción	13%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	
			Incremento de Empleo	0%	0%	54%	41%	0%	0%	67%	30%	0%	0%	75%	22%
	SOCIAL	POBLACIONES URBANO	Salud y seguridad de la población	0%	0%	1%	12%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	16%	
			Incidencias sobre Comercios e Industrias	0%	0%	0%	39%	0%	0%	0%	45%	0%	0%	45%	
			Incidencias sobre otros Servicios	1%	0%	0%	65%	1%	0%	0%	63%	1%	0%	56%	
		Bienestar Social	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	16%		
		Movilidad y Transporte	0%	0%	0%	68%	0%	0%	0%	78%	0%	0%	88%		
		Accesibilidad	0%	0%	0%	69%	0%	0%	0%	79%	0%	0%	90%		

Nota. Se aprecia que obtienen resultados a 3 niveles de análisis que son: concreto armado, estructuras y proyecto. Elaboración propia.

a) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Concreto Armado – Sistema Convencional.

El presente análisis se realizó debido a que, como sabemos, la utilización de un sistema constructivo incide directamente en las actividades relacionadas a las partidas de concreto armado y es en donde se puede apreciar con mayor precisión cada uno de los efectos en el medio ambiente.

Luego de haber elaborado la matriz de impactos potenciales mostrados en las fig. 76, se procedió a calcular los porcentajes de cada uno de los impactos directos/indirectos por cada uno de los elementos ambientales considerados en el árbol trabajado con anterioridad y mostrado en la fig. 71. y se muestra a continuación:

**Figura 77**

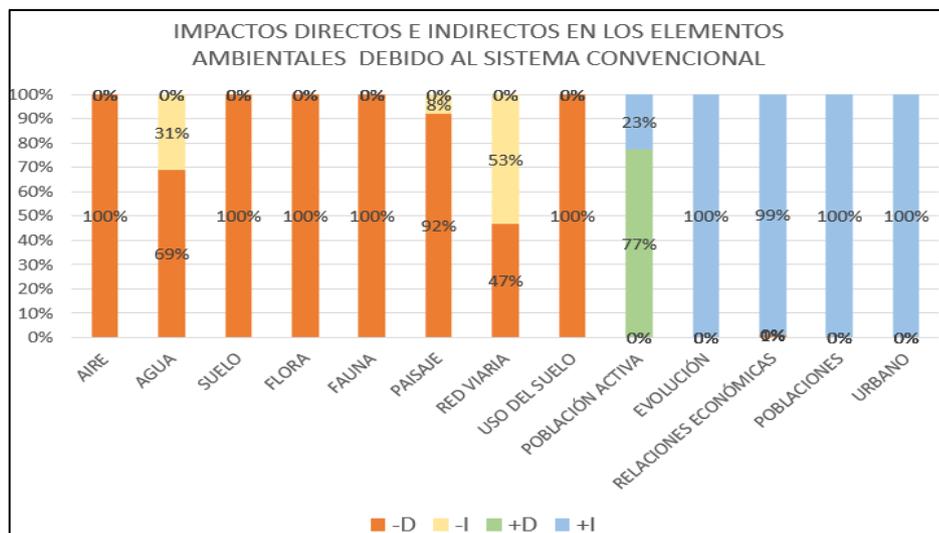
Impacto directo e indirecto en los elementos ambientales (1)

		FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	100%	0%	0%	0%
			AGUA	69%	31%	0%	0%
			SUELO	100%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	FLORA	100%	0%	0%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	92%	8%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	47%	53%	0%	0%
			USO DEL SUELO	100%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	77%	23%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	100%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	100%
			URBANO	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 78**

Impacto directo e indirecto en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la Fig. 78 podemos observar que los impactos directos negativos afectan en un 100% sobre los elementos ambientales aire, suelo, flora, fauna y suelo. por otro lado, los impactos positivos en su mayoría son indirectos e influyen en los elementos ambientales: evolución, relaciones económicas, poblaciones y urbano. además, el único elemento que tiene impacto positivo directo es la población activa, y esto se debe a la promoción de puestos de trabajo debido a la construcción.

Luego de realizar un análisis por cada uno de los elementos ambientales, se procedió a calcular los porcentajes de impactos generados en cada uno de los medios ambientales debido a la utilización del sistema constructivo convencional. Y se muestran a continuación:

**Figura 79**

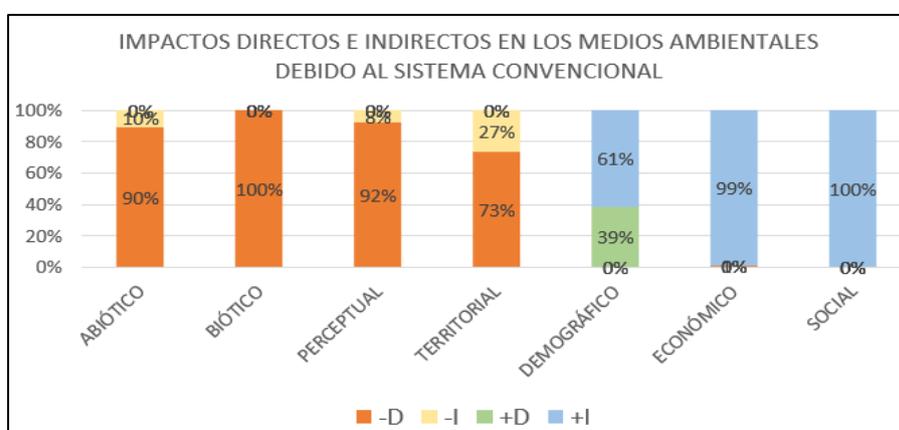
Impacto directo e indirecto en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	90%	10%	0%	0%
		BIÓTICO	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	92%	8%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	73%	27%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	39%	61%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 80**

Impacto directo e indirecto en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Al comenzar a generalizar el campo de análisis de elementos ambientales a medios ambientales, los cuales se muestran en la fig. 80. podemos señalar que la mayoría de impactos negativos están representados por 90%, 100%, 92%, 73% en los medios abiótico, biótico, perceptual y territorial respectivamente. por otro lado, los impactos positivos más representativos son indirectos y se encuentran en los medios demográfico (61%), económico (99%) y social (100%). Luego, se agrupó los elementos ambientales y se analizó a nivel de sistemas ambientales, obteniendo los siguientes resultados.

**Figura 81**

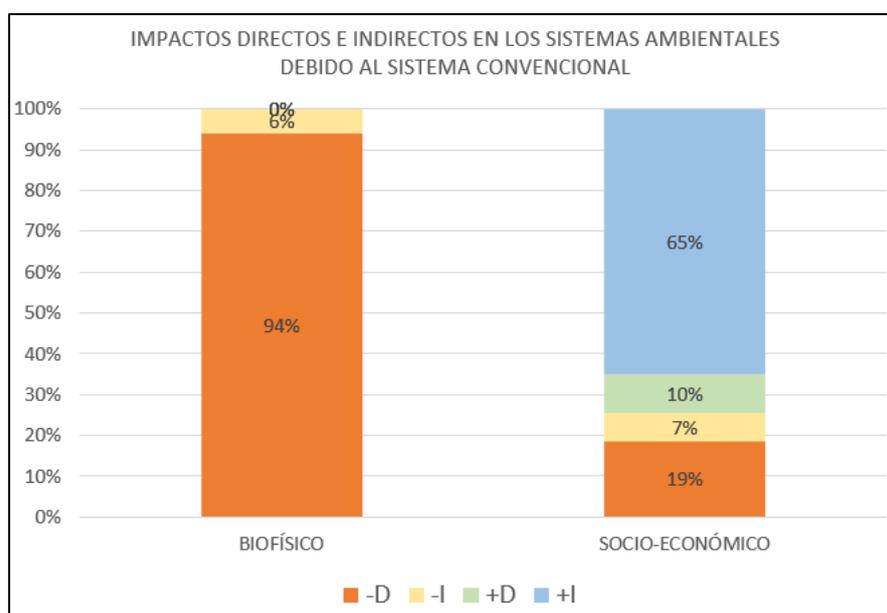
Impacto directo e indirecto en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	94%	6%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	19%	7%	10%	65%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 82**

Impacto directo e indirecto en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 82 podemos observar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos e indirectos representados por un 94% y 6% respectivamente. Por otro lado, el sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 19% e indirectos en un 7%. Por otro lado, los impactos positivos directos (10%) e indirectos (65%) se dan únicamente en el sistema socio-económico.

Además, después de los análisis realizados se pudo derivar el cálculo de impactos potenciales directos/indirectos del sistema constructivo obteniendo los siguientes porcentajes:

**Figura 83**

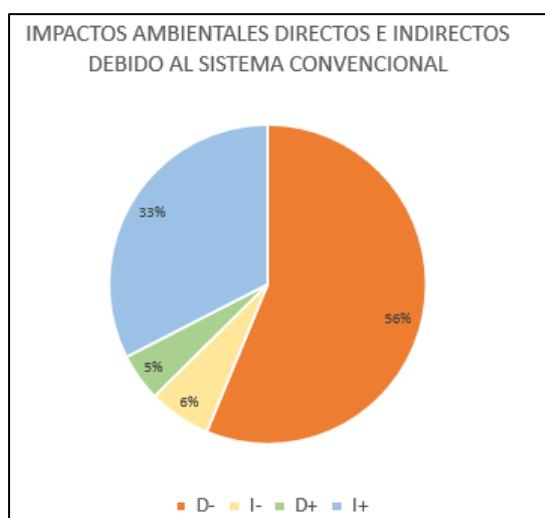
Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (1)

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	56%	6%	5%	33%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 84**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 84 podemos precisar que el sistema constructivo convencional en un análisis a nivel de la partida de concreto armado tiene un 56% de impactos directos negativos, un 6% de impactos indirectos negativos. Además, también genera impactos positivos y estos están representados por 5% de impactos directos y un 33% de impactos indirectos.

b) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Estructuras – Sistema Convencional.

De los niveles de análisis, se procedió a calcular los impactos agrupando todas las partidas involucradas a la especialidad de Estructuras, esto con la finalidad de tener un panorama más integral. Y así poder visibilizar el desarrollo y cambio de la incidencia de los impactos ambientales del sistema convencional.

Como en el caso anterior, el primer análisis a realizar es el impacto generado por elementos ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 85**

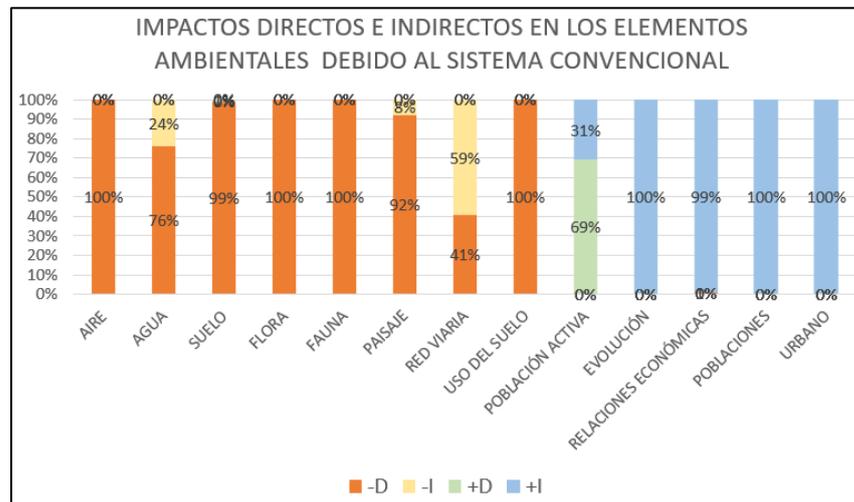
Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1)

				FACTORES AMBIENTALES			
				D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	100%	0%	0%	0%
			AGUA	76%	24%	0%	0%
			SUELO	99%	0%	1%	0%
		BIÓTICO	FLORA	100%	0%	0%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	92%	8%	0%	0%
		SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	41%	59%	0%
	USO DEL SUELO			100%	0%	0%	0%
	DEMOGRÁFICO		POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	69%	31%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	100%
	ECONÓMICO		RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
	SOCIAL		POBLACIONES	0%	0%	0%	100%
			URBANO	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 86**

Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Fig. 86, los impactos directos negativos se encuentran sobre los elementos ambientales: aire (100%), agua (76%), suelo (99%), flora (100%), fauna (100%), paisaje (92%), red viaria (41%) y uso del suelo (100%). Además, los impactos negativos

indirectos se encuentran únicamente en el elemento agua, paisaje y red viaria con un 24%, 8% y 59% respectivamente. Por otro lado, se tienen impactos directos positivos en la población activa (69%). Y, además, los impactos positivos generados indirectos se dan sobre los elementos evolución (100%), relaciones económicas (99%), poblaciones (100%) y urbano (100%).

Luego, se realizó el análisis por medios ambientales. Obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 87**

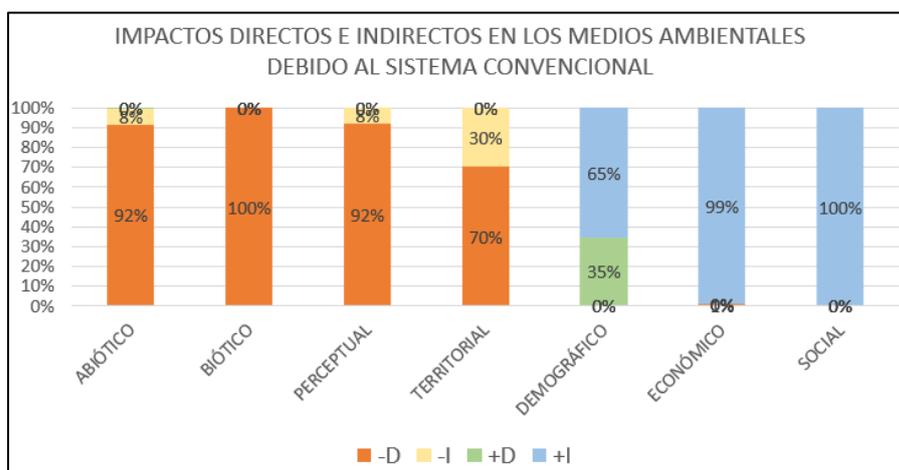
Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	92%	8%	0%	0%
		BIÓTICO	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	92%	8%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	70%	30%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	35%	65%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 88**

Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Como se muestra en la fig. 88, los impactos directos negativos influyen en los medios ambientales abiótico (92%), biótico (100%), perceptual (92%) y territorial (70%). Además, también se tiene un 30 % de impactos negativos indirectos sobre el medio territorial. Por otro lado, los impactos positivos están representados por 65%, 99% y 100% para los medios demográfico, económico y social respectivamente. Y los impactos directos positivos se da únicamente en el medio demográfico con un 35%.

A continuación de los resultados obtenidos por sistemas ambientales:

**Figura 89**

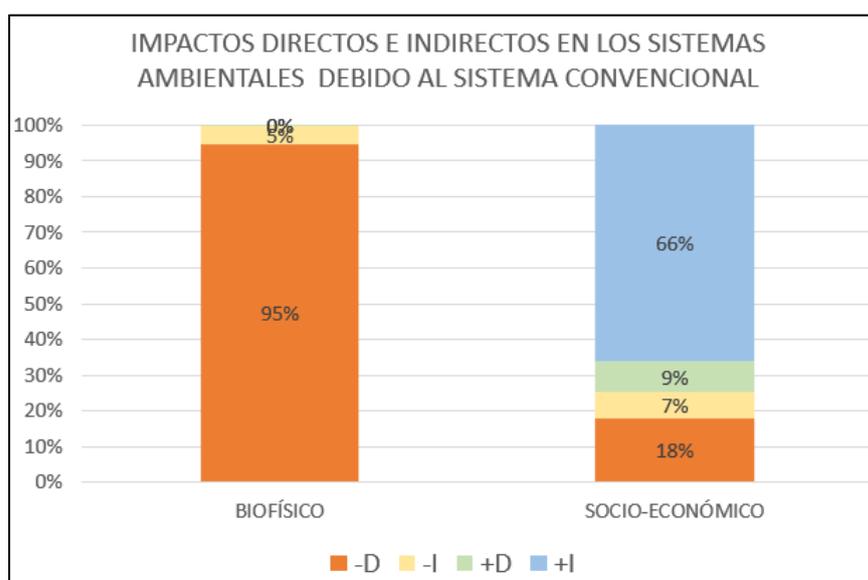
Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	95%	5%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	18%	7%	9%	66%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 90**

Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 90 se puede señalar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos en un 95% e indirectos en un 5%. El sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 18% e indirectos en un 7%. Por otro lado, el impacto positivo directo (9%) e indirecto (66%) se genera únicamente el sistema socio-económico.

Finalmente, se analizó los impactos ambientales del sistema convencional

**Figura 91**

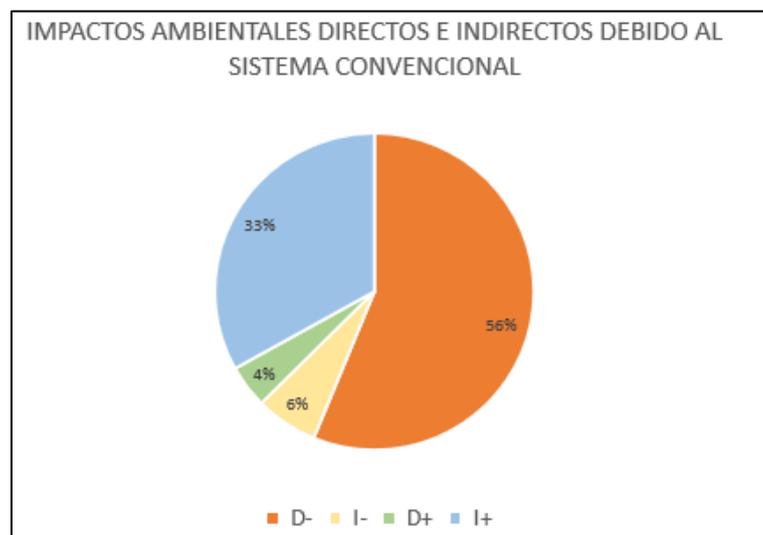
Impactos directos e indirectos debido al sistema convencional

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	56%	6%	4%	33%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 92**

Impactos directos e indirectos debido al sistema convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 92 podemos observar que el sistema convencional en un análisis a nivel de estructuras tiene impactos negativos directos en un 56% e indirectos en un 6%. Por otro lado, los impactos positivos

directos e indirectos se encuentran representados por 4% y 33% respectivamente.

c) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Proyecto – Sistema Convencional.

De todos los análisis por niveles mostrados, este es el que más nos importa ya que será tomado en cuenta para la verificación de las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación.

Se realizó el primer análisis correspondiente a los elementos ambientales. Para ir agrupándolos luego en medios ambientales y sistemas ambientales. Los análisis mostrados a continuación son imprescindibles para así poder llegar al cumplimiento de los objetivos específicos, ya que son parte del procedimiento de cálculo.

A continuación, los resultados obtenidos del análisis de impactos en los distintos medios ambientales:

**Figura 93**

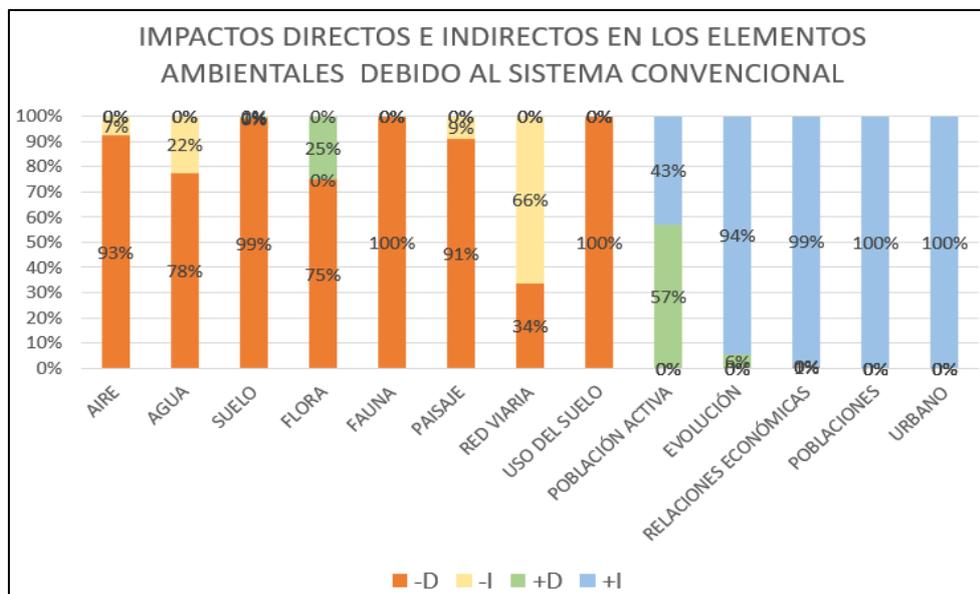
Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1)

				FACTORES AMBIENTALES			
				D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	93%	7%	0%	0%
			AGUA	78%	22%	0%	0%
			SUELO	99%	0%	1%	0%
		BIÓTICO	FLORA	75%	0%	25%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	91%	9%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	34%	66%	0%	0%
			USO DEL SUELO	100%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	57%	43%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	6%	94%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	100%
			URBANO	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 94**

Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 94 podemos observar que los impactos negativos directos se encuentran en los elementos aire (93%), agua (78%), suelo (99%), flora (75%), fauna (100%), paisaje (91%), red viaria (34%) y uso de suelo (100%). Los impactos indirectos negativos se encuentran representados por 7% (aire), 22% (agua), 9% (paisaje) y red viaria (66%). Por otro lado, los impactos directos positivos son el 57% y se dan únicamente en el elemento de población activa. Y, los impactos positivos indirectos se dan en los elementos población activa (43%), evolución (94%), relaciones económicas (99%), poblaciones (100%) y urbano (100%).

De la agrupación de elementos ambientales, se procedió a analizar por medios ambientales:

**Figura 95**

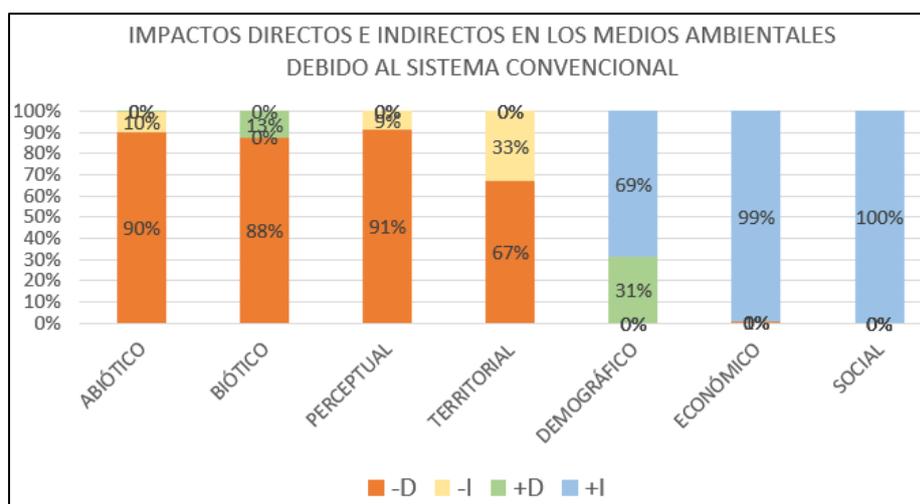
Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	90%	10%	0%	0%
		BIÓTICO	88%	0%	13%	0%
		PERCEPTUAL	91%	9%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	67%	33%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	31%	69%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 96**

Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 96 podemos señalar que los impactos directos negativos se dan en los medios abiótico (90%), biótico (88%), perceptual (91%) y territorial (67%). Además, los impactos negativos indirectos se dan sobre los medios mencionados líneas arriba con un 10%, 0%, 9% y 33% respectivamente. Mientras que los impactos directos positivos se muestran en los medios biótico y demográfico con un 13% y 31% respectivamente. Los impactos positivos indirectos se dan en los elementos demográfico (69%), económico (99%) y social (100%).

Con la finalidad de acercarnos a lo que vendría a ser el cumplimiento de los objetivos específicos n°1 y n°2 y la comprobación de las hipótesis específicas n°1 y n°2, se realizó el análisis por sistemas ambientales. A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 97**

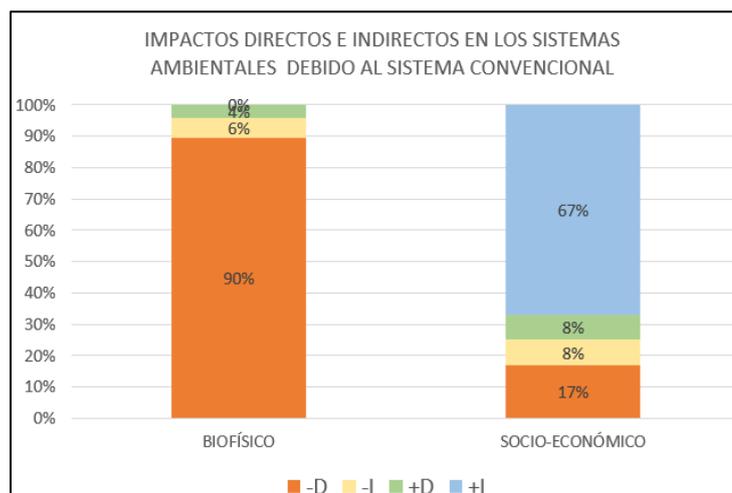
Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	90%	6%	4%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	17%	8%	8%	67%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 98**

Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 98 podemos apreciar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos en un 90% e indirectos en un 6%. Además, los impactos positivos generados en este sistema son directos y están representados por un 4%. Por otro lado, el sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 17% e indirectos en un 8%. Los impactos positivos directos e indirectos dentro del último sistema en mención representan un 8% y 67% respectivamente.

**Figura 99**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (1)

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	53%	7%	6%	34%

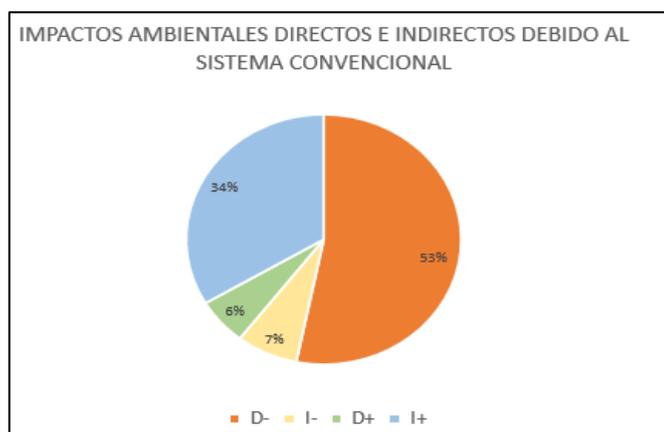
Nota. Elaboración propia.

De todos los análisis realizados, podemos derivar al análisis de los impactos ambientales generados por el sistema constructivo convencional. Y esto nos sirve como argumento de complemento para el cumplimiento del objetivo general y verificación de la hipótesis general.

A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 100**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema convencional (2)



Nota. Elaboración propia

De la fig. 100 podemos observar que el sistema constructivo convencional genera un 53% de impactos negativos directos y un 7% de impactos negativos indirectos. Por otro lado, los impactos positivos directos e indirectos generados por este sistema constructivo son un 6% y 34% respectivamente.

5.4.1.2 Matriz de Valoración de Impactos Ambientales- Sistema Constructivo Convencional.

Para la calificación o valoración de impactos ambientales, se empleó el índice de importancia (I), Este índice o valor numérico fue obtenido en función de modelo de (Domus, 2011).

**Tabla 17**

Criterios de calificación de impactos (1)

Extensión (EX)		Intensidad (IN)	
Puntual	1	Baja o mínima	1
Parcial	2	Media	2
Amplio o extenso	4	Alta	4
Total	8	Muy Alta	8
		Total	12
Persistencia (PE)		Momento (MO)	
Fugaz o efímero	1	Largo Plazo	1
Momentáneo	1	Medio Plazo	2
Temporal o transitorio	2	Corto Plazo	3
Pertinaz o persistente	3	Inmediato	4
Permanente y constante	4	Crítico	(+4)

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

**Tabla 18**

Criterios de calificación de impactos (2)

Sinergia (SI)		Reversibilidad (RV)	
Sin sinergismo o simple	1	Corto Plazo	1
Sinergismo moderado	2	Medio Plazo	2
Muy sinérgico	4	Largo Plazo	3
		Irreversible	4
Efecto (EF)		Acumulación (AC)	
Indirecto o Secundario	1	Simple	1
Directo o Primario	4	Acumulativo	4
Recuperabilidad (MC)		Periodicidad (PER)	
Recuperable de manera inmediata	1	Irregular (aperiódico y esporádico)	1
Recuperable a corto plazo	2	Periódico o intermitente	2
Recuperable a medio plazo	3	Continuo	4
Recuperable a largo plazo	4		
Mitigable sustituible y compensable	4		
Irrecuperable	8		

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.

A continuación, la matriz desarrollada en donde se muestra la valoración de los impactos generados de cada actividad en los diversos factores ambientales:









### 5.4.1.3 Matriz de Significación de Impactos Ambientales - Sistema Constructivo Convencional.

El índice de significación es un valor que resulta de la calificación de un determinado impacto. La calificación engloba muchos aspectos del impacto que están relacionados directamente con la acción que lo produce y las características del componente socio-ambiental sobre el que ejerce cambio o alteración.

Y la significación se determina según los rangos en las siguientes tablas:

**Figura 105**

Rangos y niveles de significación

<b>IMPACTO NEGATIVOS</b>		
<b>Símbolo</b>	<b>Nivel de Significación</b>	<b>Rango</b>
<b>PS</b>	Poco significativo	- 13 a - 25
<b>MoS</b>	Moderadamente significativo	- 26 a - 50
<b>MuS</b>	Muy significativo	- 51 - 75
<b>AS</b>	Altamente significativo	- 76 a - 100
<b>IMPACTO POSITIVOS</b>		
<b>ps</b>	Poco significativo	13 - 25
<b>mos</b>	Moderadamente significativo	26 - 50
<b>mus</b>	Muy significativo	51 - 75
<b>as</b>	Altamente significativo	76 - 100

Nota. Adaptado de Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote 138, por Domus, 2011.









a) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Concreto Armado – Sistema Convencional.

Con respecto a la significación de impactos ambientales del sistema constructivo convencional, también se realizó un análisis por nivel de concreto armado con la finalidad de tener mayor precisión de los resultados, puesto que, las actividades del sistema constructivo actúan directamente sobre las partidas de concreto armado.

A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 110**

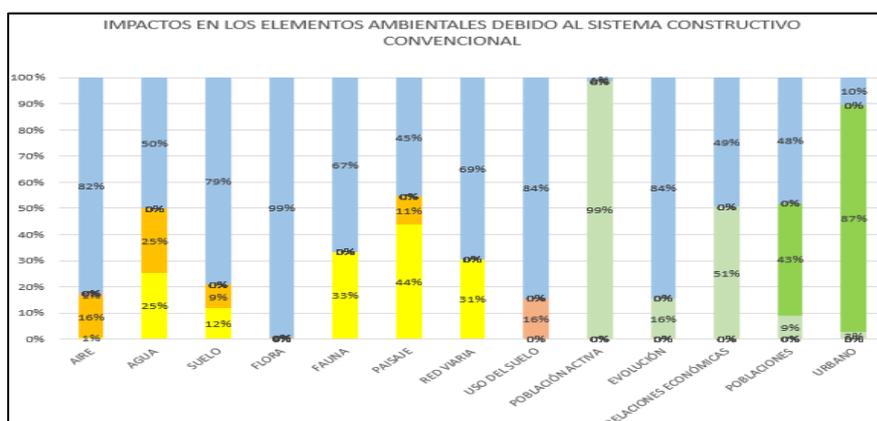
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional

SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
				PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE		1%	16%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		AGUA		25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		SUELO		12%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	BIÓTICO	FLORA		0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		FAUNA		33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE		44%	11%	0%	0%	0%	0%	0%
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA		31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		USO DEL SUELO		0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	0%
	DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA		0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%
		EVOLUCIÓN		0%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	0%
	SOCIAL	RELACIONES ECONÓMICAS		0%	0%	0%	0%	51%	0%	0%	0%
		POBLACIONES		0%	0%	0%	0%	9%	43%	0%	0%
	URBANO		0%	0%	0%	0%	3%	87%	0%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 111**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 111 podemos observar que los impactos negativos poco significativos se encuentran sobre los elementos aire (1%), agua (25%), suelo (12%), fauna (33%), paisaje (44%) y red viaria (31%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los elementos aire (16%), agua (25%), suelo (9%), paisaje (11%). Además, los impactos negativos muy significativos son generados en los elementos aire (1%) y uso de suelo (16%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se encuentran en los elementos población activa (99%), evolución (16%), relaciones económicas (51%), poblaciones (9%) y urbano (3%). Y los impactos positivos moderadamente significativos son generados en los elementos poblaciones y urbano representado por un 43% y un 87% respectivamente.

Luego, se procedió a agrupar los elementos ambientales en medios ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 112**

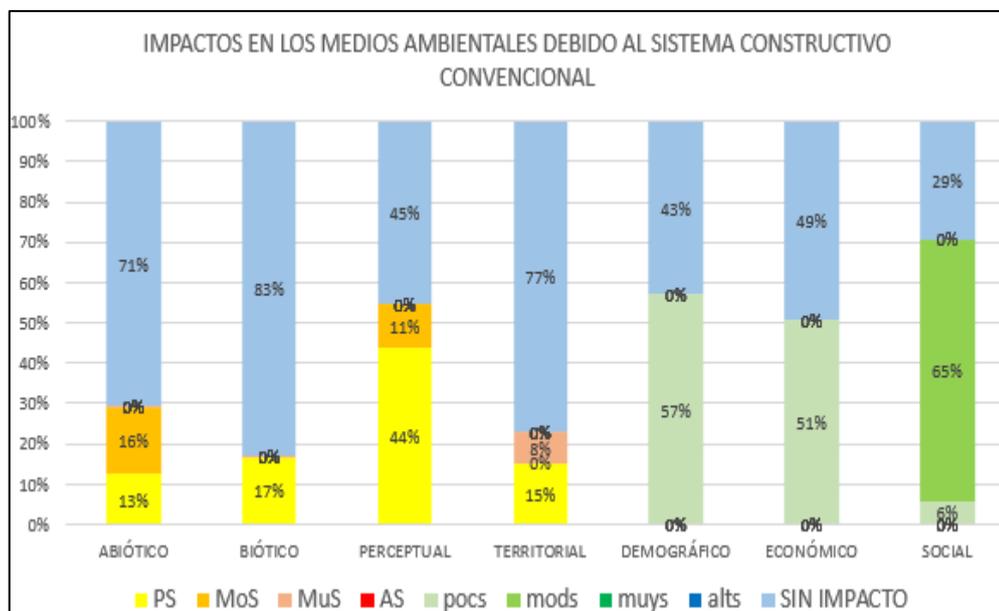
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	13%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	44%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	15%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	51%	0%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	6%	65%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 113**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 113 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (13%), biótico (17%), perceptual (44%) y territorial (15%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (16%) y perceptual (11%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio territorial (8%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (57%), económico (51%) y social (6%). Y los impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (65%).

Luego se realizó el análisis por sistemas ambientales, obteniendo los siguientes resultados: umero

**Figura 114**

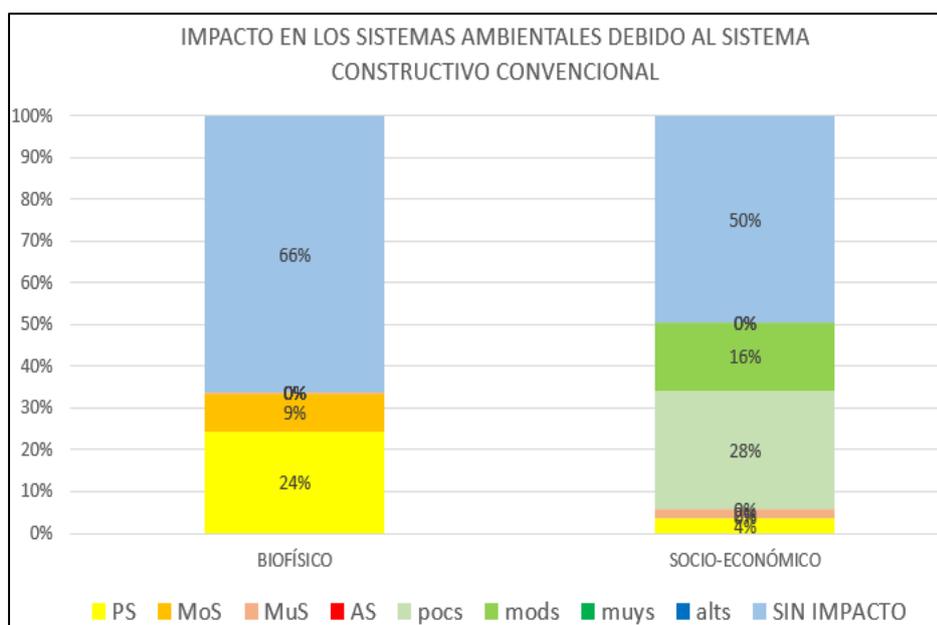
Impactos en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	24%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	4%	0%	2%	0%	28%	16%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 115**

Impactos en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 116 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 24%, moderadamente significativos un 9% y 66% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos representan un 4% y los muy significativos un 2%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 28% y 26% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente, se realizó el análisis la significancia de los impactos ambientales generados por el sistema constructivo convencional, cuyos resultados son los siguientes:

**Figura 116**

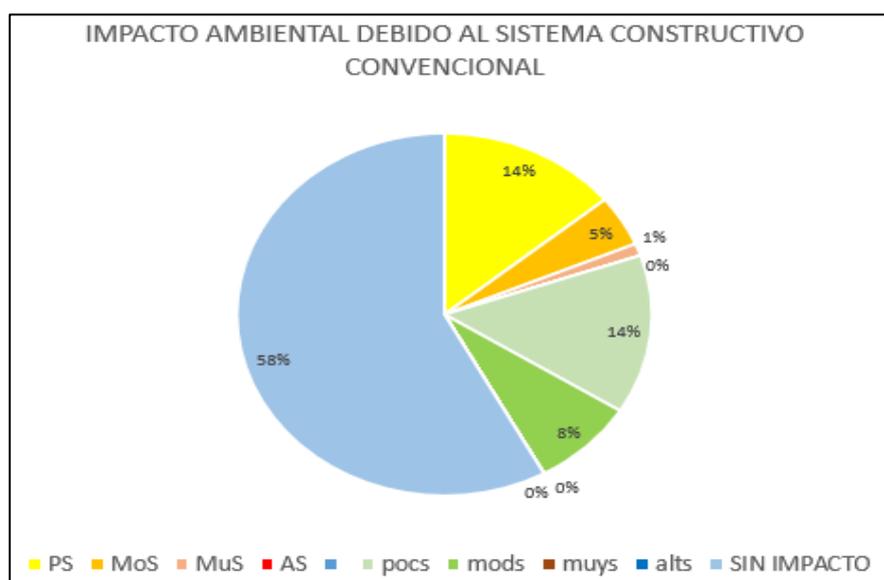
Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

**Figura 117**

Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 117 podemos apreciar que el sistema constructivo convencional produce impactos negativos poco significativos en un 14%, moderadamente significativos en un 5% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 14% y moderadamente significativos un 8%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 58%.

b) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Estructuras – Sistema Convencional.

Siguiendo con el análisis a nivel de estructuras, a continuación, los impactos generados en los diferentes elementos ambientales:

**Figura 118**

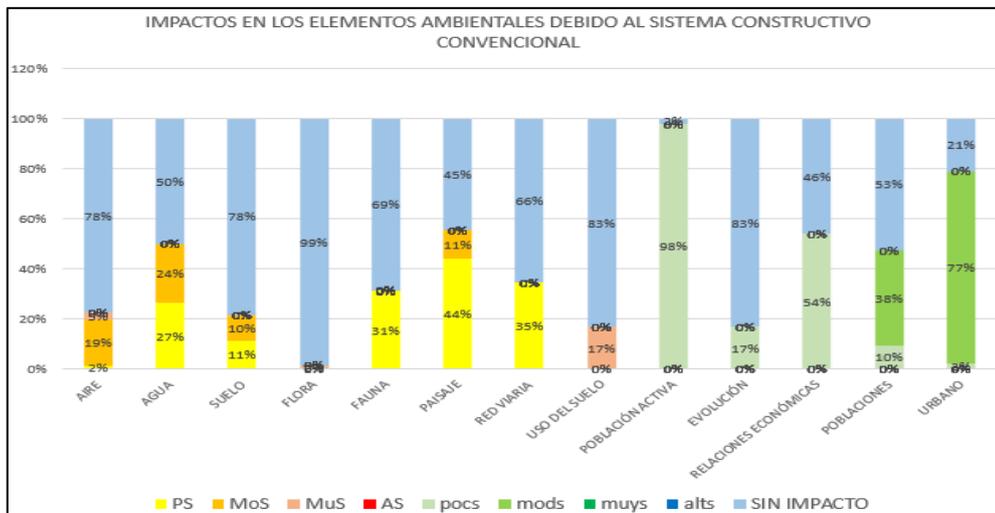
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional

SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				
				PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts	
BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	2%	19%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		AGUA	27%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		SUELO	11%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	BIÓTICO	FLORA	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		FAUNA	31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	PERCEPTUAL	PAISAJE	44%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	35%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	USO DEL SUELO		0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	DEMOGRÁFICO		POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	EVOLUCIÓN		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
SOCIAL	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	POBLACIONES	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	URBANO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 119**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 119 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos son generados en los elementos aire (2%), agua (27%), suelo (11%), fauna (31%), paisaje (44%) y red viaria (35%). Los impactos negativos moderadamente significativos se dan en los elementos aire (19%), agua (24%), suelo (10%) y paisaje (11%). Además, los impactos negativos muy significativos se dan en los elementos aire (3%), flora (2%) y uso de suelo (17%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos son generados en los elementos población activa (98%), evolución (17%), relaciones económicas (54%), poblaciones (10%) y urbano (2%). Mientras que los impactos positivos moderadamente significativos se dan en los elementos poblaciones (38%) y urbano (77%).

Luego, se procedió a agrupar los elementos en medios ambientales, presentando los siguientes resultados:

**Figura 120**

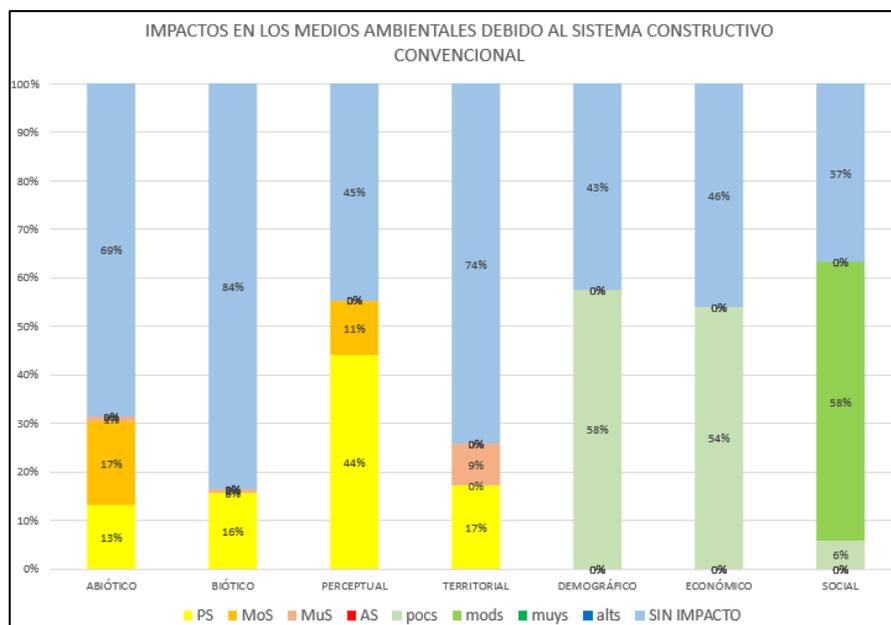
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	13%	17%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	16%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	44%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	17%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	58%	0%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	54%	0%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	6%	58%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 121**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 121 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (13%), biótico (16%), perceptual (44%) y territorial (17%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (17%) y perceptual (11%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio territorial (9%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (58%), económico (54%) y social (6%). Y los impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (58%).

Luego, se agrupo en sistemas ambientales. Obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 122**

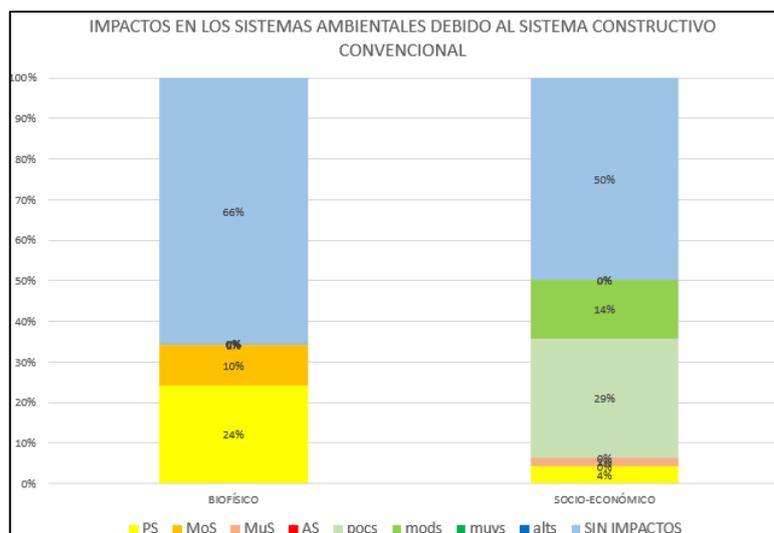
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	24%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	4%	0%	2%	0%	29%	14%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 123**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 123 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 24%, moderadamente significativos un 10% y 66% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos representan un 4% y los muy significativos un 2%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 29% y 14% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente se realiza un análisis del impacto ambiental generado del sistema constructivo convencional a nivel de la especialidad de Estructuras:

**Figura 124**

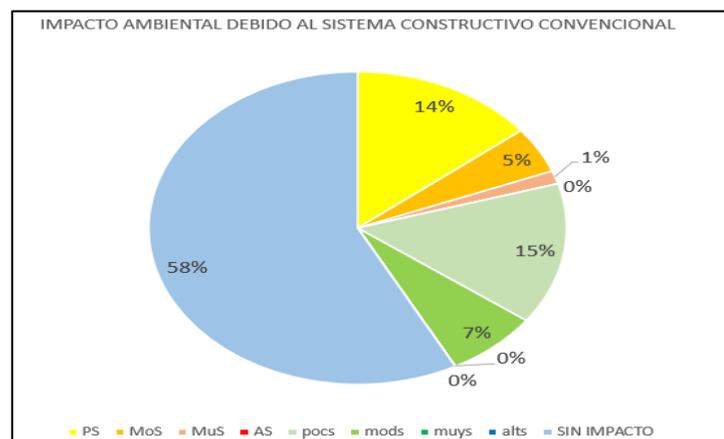
Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

**Figura 125**

Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 125 podemos apreciar que el sistema constructivo convencional produce impactos negativos poco significativos en un 14%, moderadamente significativos en un 5% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 15% y moderadamente significativos un 7%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 58%.

c) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Proyecto – Sistema Convencional.

De todos los análisis por niveles mostrados, este es el que más nos importa ya que será tomado en cuenta para la verificación de las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación.

Se realizó el primer análisis correspondiente a los elementos ambientales. Pero ir agrupándolos luego en medios ambientales y sistemas ambientales. Los análisis mostrados a continuación son imprescindibles para así poder llegar al cumplimiento de los objetivos específicos, ya que son parte del procedimiento de cálculo. A continuación, los resultados obtenidos del análisis de impactos en los distintos medios ambientales:

**Figura 126**

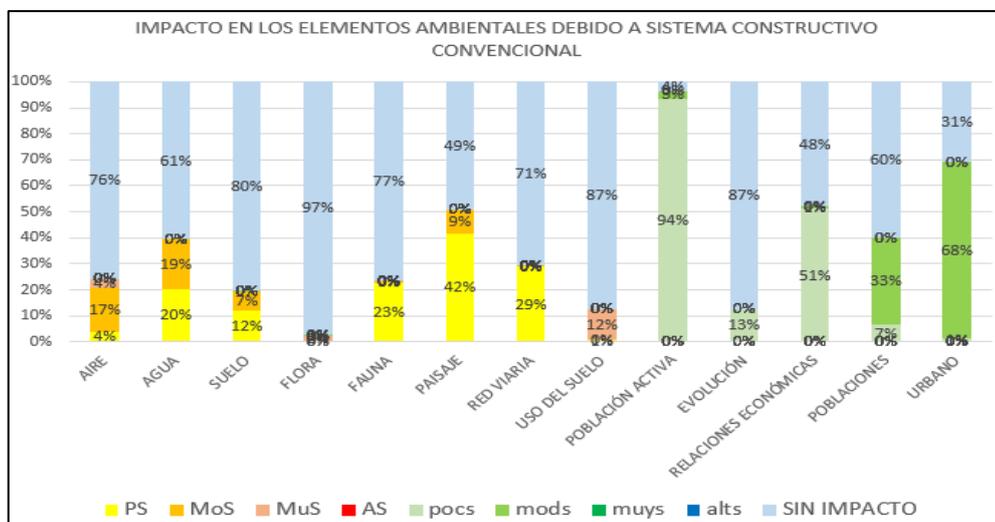
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional

		FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
				PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	4%	17%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
			AGUA	20%	19%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			SUELO	12%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	FLORA	0%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%
			FAUNA	23%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	42%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			USO DEL SUELO	1%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	0%	0%	94%	3%	0%	0%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	0%	0%	0%	0%	51%	1%	0%	0%
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	0%	7%	33%	0%	0%
	URBANO		0%	0%	0%	0%	1%	68%	0%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 127**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 127 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos son generados en los elementos aire (4%), agua (20%), suelo (12%), fauna (23%), paisaje (42%) y red viaria (29%). Los impactos negativos moderadamente significativos se dan en los elementos aire (17%), agua (19%), suelo (7%) y paisaje (9%). Además, los impactos negativos muy significativos se dan en los elementos aire (4%), flora (2%) y uso de suelo (12%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos son generados en los elementos población activa (94%), evolución (13%), relaciones económicas (51%), poblaciones (7%) y urbano (1%). Mientras que los impactos positivos moderadamente significativos se dan en los elementos relaciones económicas (1%), poblaciones (33%) y urbano (68%).

Se agruparon los elementos en medios ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 128**

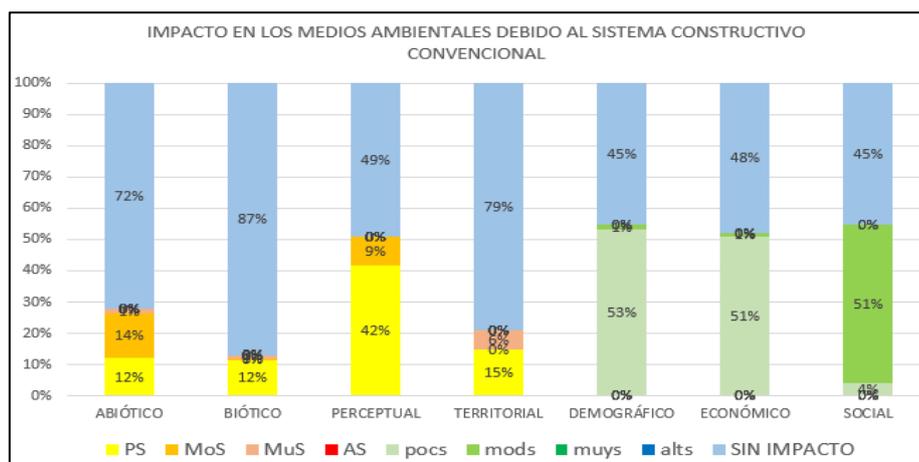
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	12%	14%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	12%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	42%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	15%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	53%	1%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	51%	1%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	4%	51%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 129**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 129 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (12%), biótico (12%), perceptual (42%) y territorial (15%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (14%) y perceptual (9%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio abiótico (1%), biótico (1%), territorial (6%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (53%), económico (51%) y social (4%). Y los

impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (51%).

Luego de agrupar los medios ambientales en sistemas con la finalidad de cumplir con los objetivos y comprobar las hipótesis específicas, se analizó y obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 130**

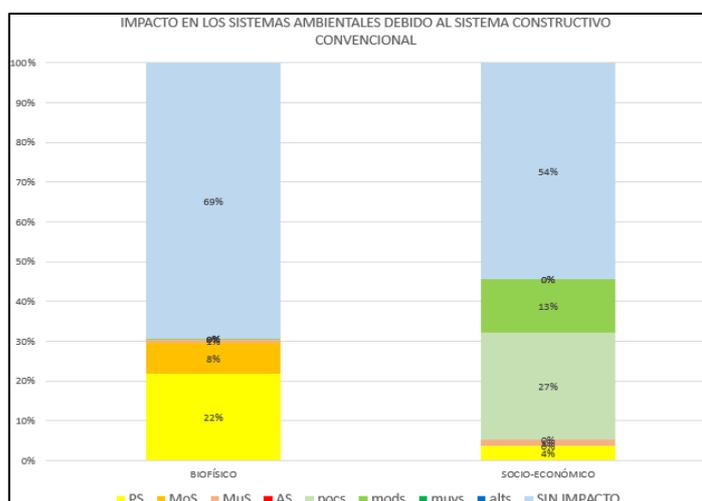
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	22%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	4%	0%	1%	0%	27%	13%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 131**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 131 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 22%, moderadamente significativos un 8% y 69% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos

representan un 4% y los muy significativos un 1%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 27% y 13% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente, con intenciones de complementar los argumentos para la comprobación de la hipótesis y objetivo general, se realizó un análisis de los impactos generados del sistema constructivo convencional. Y, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 132**

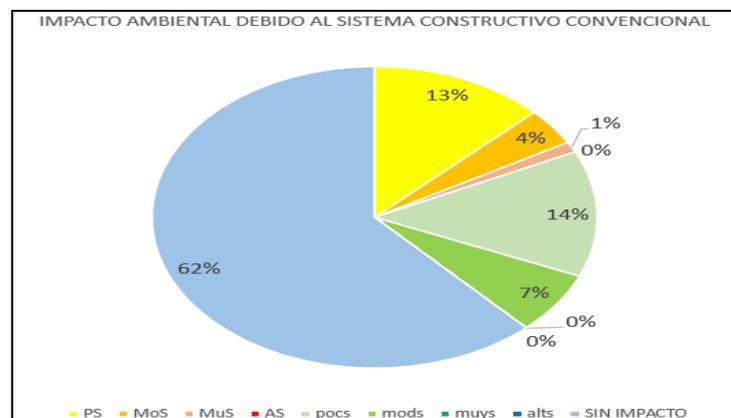
Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional

	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO CONVENCIONAL EN EL MEDIO AMBIENTE	13%	4%	1%	0%	14%	7%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 133**

Impacto ambiental debido al sistema constructivo convencional



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 133 podemos apreciar que el sistema constructivo convencional produce impactos negativos poco significativos en un 13%, moderadamente significativos en un 4% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 14% y moderadamente significativos un 7%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 62%.

#### 5.4.2 Determinación del Impacto Ambiental del Sistema Constructivo Prefabricado

El proyecto Centro de Distribución Molitalia que ha sido tomado como muestra en esta investigación se ejecutó con el sistema constructivo convencional. Sin embargo, se propone la utilización del sistema prefabricado en reemplazo del primero en mención. Se ha considerado en el sistema Tensocret (Sistema constructivo prefabricado utilizado en Chile) para la evaluación de los impactos ambientales. Este sistema trabaja con elementos estructurales tales como columnas, vigas y losas prefabricados en planta. Es por ello que se planteó un análisis ambiental a través de la matriz de Leopold, en donde se calificarán y valorarán los impactos ambientales generados por este sistema constructivo.

##### 5.4.2.1 Matriz de Identificación e Interacción de Impactos Potenciales Directos e Indirectos – Sistema Constructivo Prefabricado.

La finalidad del siguiente análisis es reconocer la incidencia de los impactos como impactos indirectos o directos. El análisis de las actividades que se realizan sobre el medio ambiente da como resultado esta valoración cualitativa en la cual se pretende predecir si es un impacto con resultados inmediatos (directo) o también como la consecuencia posterior al cambio ocasionado (indirecto).

- El impacto directo ocurre la acción impactante en el componente socio-ambiental afectado, como por ejemplo la compactación del suelo por la habilitación de las instalaciones.
- El impacto Indirecto ocurre por la consecuencia de la acción, pero no es necesariamente sobre el componente socio-ambiental sino por consecuencias derivadas de estas.





**Figura 136**

Matriz de identificación e interacción de impactos potenciales – directos e indirectos sistema prefabricado (3)

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE OBRA				PROYECTO				ESTRUCTURAS				CONCRETO ARMADO			
								DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO	DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO	DIRECTO NEGATIVO	INDIRECTO NEGATIVO	DIRECTO POSITIVO	INDIRECTO POSITIVO
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR																
BIOFISICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Material Particulado	8%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%				
			Gases y nivel de emisiones	36%	4%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	34%	0%	0%	0%				
		AGUA	Calidad del agua superficial	16%	5%	0%	0%	18%	6%	0%	0%	13%	8%	0%	0%				
			Calidad del agua subterránea	32%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	32%	0%	0%	0%				
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos	21%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%				
			Contaminación por líquidos tóxicos	38%	0%	0%	0%	48%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%				
	Capacidad productiva del suelo		8%	0%	0%	0%	9%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%					
	Suceptibilidad a la erosión		2%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%					
	BIÓTICO	FLORA	Grado de compactación	3%	0%	1%	0%	2%	0%	1%	0%	0%	0%	0%					
			Cobertura Vegetal	3%	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%				
		FAUNA	Regeneración vegetal	1%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
			Fauna Aérea	28%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%				
			Habitát de Fauna Aérea	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
			Fauna Terrestre	37%	0%	0%	0%	49%	0%	0%	0%	48%	0%	0%	0%				
	PERCEPTUAL	PAISAJE	Habitát de Fauna Terrestre	4%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%					
			Calidad Escénica	22%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%				
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Vibraciones	32%	1%	0%	0%	36%	0%	0%	0%	30%	0%	0%				
				Niveles sonoros	56%	13%	0%	0%	54%	13%	0%	0%	51%	13%	0%	0%			
Tráfico pesado				2%	21%	0%	0%	3%	23%	0%	0%	1%	21%	0%	0%				
DEMOGRÁFICO		POBLACIÓN ACTIVA	Riesgo de Accidentes	18%	11%	0%	0%	25%	9%	0%	0%	27%	0%	0%	0%				
			Ocupación para Construcción	13%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	0%				
			Incremento de Empleo	0%	0%	36%	59%	0%	0%	41%	56%	0%	0%	42%	56%				
ECONÓMICO		RELACIONES ECONÓMICAS	Salud y seguridad de la población	0%	0%	1%	12%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	16%					
			Incidencias sobre Comercios e Industrias	0%	0%	0%	31%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	30%				
			Incidencias sobre otros Servicios	1%	0%	0%	71%	1%	0%	0%	72%	1%	0%	0%	68%				
SOCIAL		POBLACIONES	Bienestar Social	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	16%					
			Movilidad y Transporte	0%	0%	0%	56%	0%	0%	0%	61%	0%	0%	0%	66%				
			Accesibilidad	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%	62%	0%	0%	0%	68%				

Nota. Elaboración propia.

a) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Concreto Armado - Sistema Prefabricado.

El presente análisis se realizó debido a que la utilización de un sistema constructivo incide directamente en las actividades relacionadas a las partidas de concreto armado y es en donde se puede apreciar con mayor precisión cada uno de los efectos en el medio ambiente.

Luego de haber elaborado la matriz de impactos potenciales mostrados en las fig. 136, se procedió a calcular los porcentajes de cada uno de los impactos directos/indirectos por cada uno de los elementos ambientales considerados en el árbol trabajado con anterioridad y mostrado en la fig. 72. y se muestra a continuación:

**Figura 137**

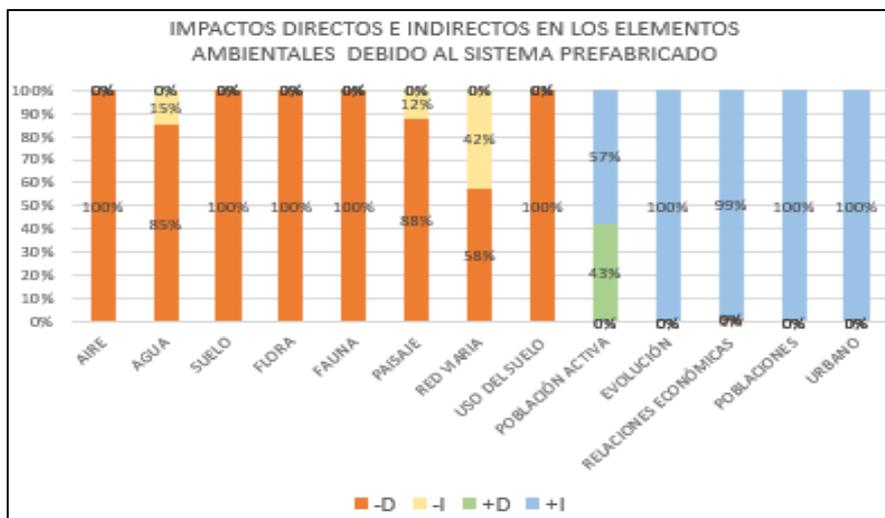
Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1)

		FACTORES AMBIENTALES					
		D-	I-	D+	I+		
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	100%	0%	0%	0%
			AGUA	85%	15%	0%	0%
			SUELO	100%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	FLORA	100%	0%	0%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	88%	12%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	58%	42%	0%	0%
			USO DEL SUELO	100%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	43%	57%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	100%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
SOCIAL		POBLACIONES	0%	0%	0%	100%	
	URBANO	0%	0%	0%	100%		

Nota. Elaboración propia.

**Figura 138**

Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 138 podemos observar que los impactos directos negativos afectan en un 100% sobre los elementos ambientales aire, suelo, flora, fauna y suelo. por otro lado, los impactos positivos en su mayoría son indirectos e influyen en los elementos ambientales: evolución (100%), relaciones económicas (99%), poblaciones (100%) y urbano (100%). además, el único elemento que tiene impacto positivo directo es la población activa (43%), y esto se debe a la promoción de puestos de trabajo debido a la construcción.

Luego de realizar un análisis por cada uno de los elementos ambientales, se procedió a calcular los porcentajes de impactos generados en cada uno de los medios ambientales debido a la utilización del sistema constructivo convencional. Y se muestran a continuación:

**Figura 139**

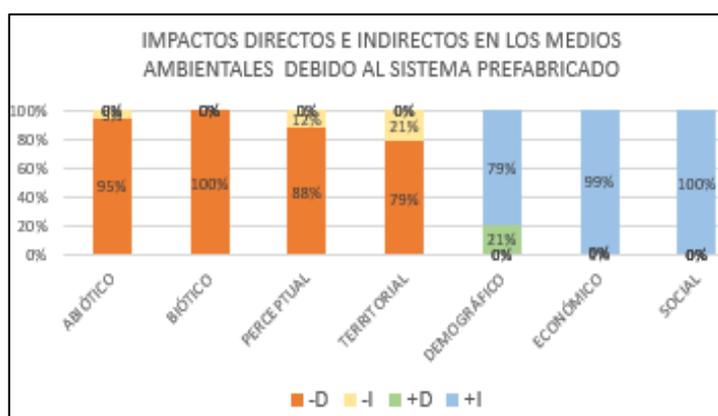
Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	95%	5%	0%	0%
		BIÓTICO	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	88%	12%	0%	0%
	SOCIO- ECONÓMICO	TERRITORIAL	79%	21%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	21%	79%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 140**

Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Al comenzar a generalizar el campo de análisis de elementos ambientales a medios ambientales, los cuales se muestran en la fig. 140. podemos señalar que la mayoría de impactos negativos están representados por 95%, 100%, 88%, 79% en los medios abiótico, biótico, perceptual y territorial respectivamente. por otro lado, los impactos positivos más representativos son indirectos y se encuentran en los medios demográfico (79%), económico (99%) y social (100%). Luego, se agrupó los medios ambientales y se analizó a nivel de sistemas ambientales, obteniendo los siguientes resultados.

**Figura 141**

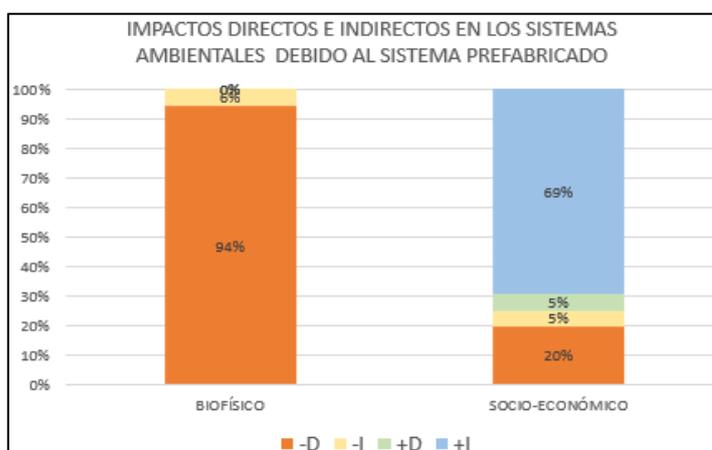
Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	94%	6%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	20%	5%	5%	69%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 142**

Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 142 podemos observar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos e indirectos representados por un 94% y 6 % respectivamente. Por otro lado, el sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 20% e indirectos en un 5%. Por otro lado, los impactos positivos directos (5%) e indirectos (69%) se dan únicamente en el sistema socio-económico.

Además, después de los análisis realizados se pudo derivar el cálculo de impactos potenciales directos/indirectos del sistema constructivo obteniendo los siguientes porcentajes:

**Figura 143**

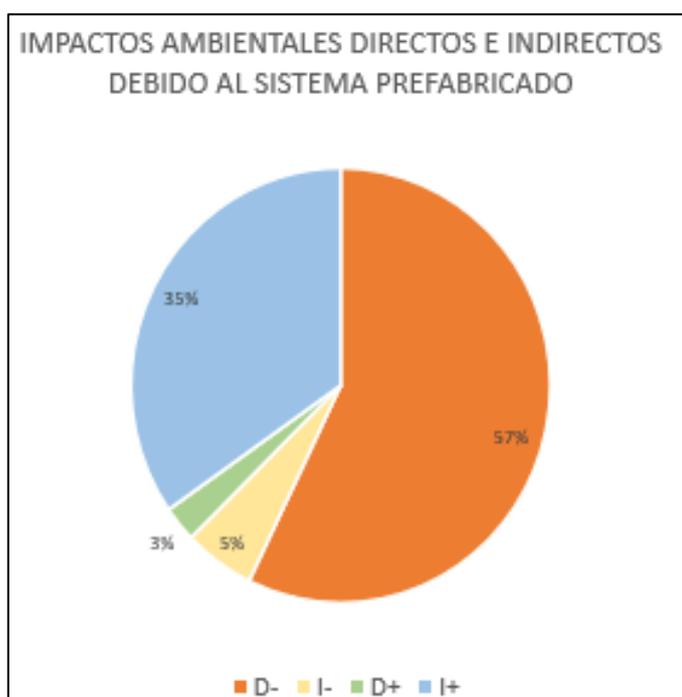
Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (1)

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	57%	5%	3%	35%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 144**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 144 podemos precisar que el sistema constructivo prefabricado en un análisis a nivel de la partida de concreto armado tiene un 57% de impactos directos negativos, un 5% de impactos indirectos negativos. Además, también genera impactos positivos y estos están representados por 3% de impactos directos y un 35% de impactos indirectos.

b) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Estructuras - Sistema Prefabricado.

De los niveles de análisis, se procedió a calcular los impactos agrupando todas las partidas involucradas a la especialidad de Estructuras, esto con la finalidad de tener un panorama más integral. Y así poder visibilizar el desarrollo y cambio de la incidencia de los impactos ambientales del sistema prefabricado.

Como en el caso anterior, el primer análisis a realizar es el impacto generado por elementos ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 145**

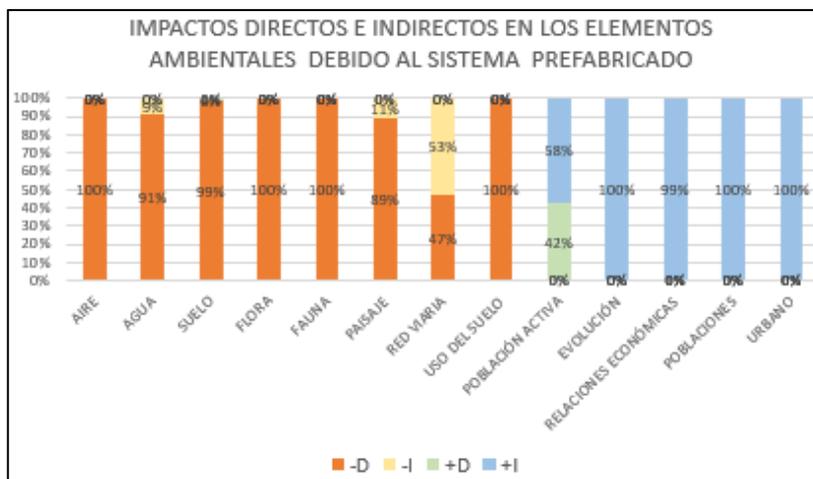
Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1)

		FACTORES AMBIENTALES					
		D-	I-	D+	I+		
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	100%	0%	0%	0%
			AGUA	91%	9%	0%	0%
			SUELO	99%	0%	1%	0%
		BIÓTICO	FLORA	100%	0%	0%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	89%	11%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	47%	53%	0%	0%
			USO DEL SUELO	100%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	42%	58%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	100%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	100%
			URBANO	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 146**

Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Fig. 146, los impactos directos negativos se encuentran sobre los elementos ambientales: aire (100%), agua (91%), suelo (99%), flora (100%), fauna (100%), paisaje (89%), red viaria (47%) y uso del suelo (100%). Además, los impactos negativos indirectos se encuentran únicamente en el elemento agua, paisaje y red viaria con un 9%, 11% y 53% respectivamente. Por otro lado, se tienen impactos directos positivos en la población activa (42%). Y, además, los impactos positivos generados indirectos se dan sobre los elementos población activa (58%), evolución (100%), relaciones económicas (99%), poblaciones (100%) y urbano (100%).

Luego, se realizó el análisis por medios ambientales. Obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 147**

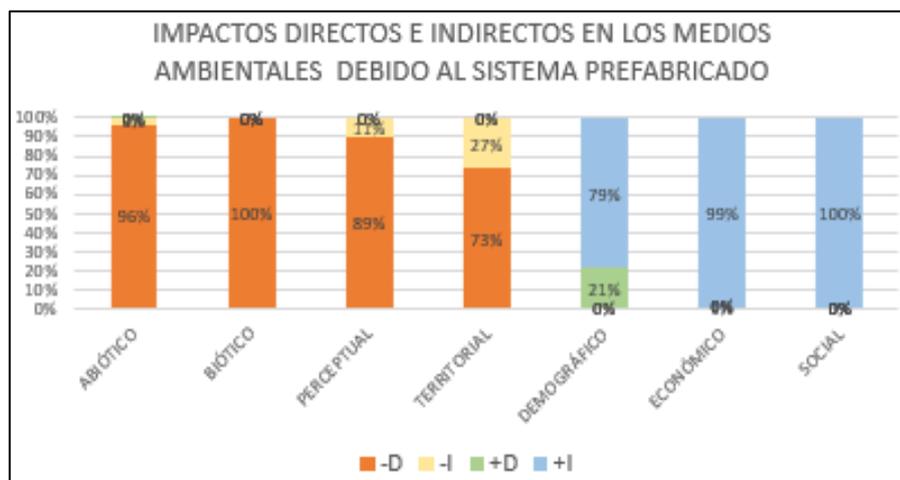
Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	96%	3%	0%	0%
		BIÓTICO	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	89%	11%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	73%	27%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	21%	79%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 148**

Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

Como se muestra en la fig. 148, los impactos directos negativos influyen en los medios ambientales abiótico (96%), biótico (100%), perceptual (89%) y territorial (73%). Además, también se tiene un 11% y 27% de impactos negativos indirectos sobre el medio perceptual y territorial respectivamente. Por otro lado, los impactos positivos indirectos están representados por 79%, 99% y 100% para los medios demográfico, económico y social respectivamente. Y los impactos directos positivos se da únicamente en el medio demográfico con un 21%.

A continuación de los resultados obtenidos por sistemas ambientales:

**Figura 149**

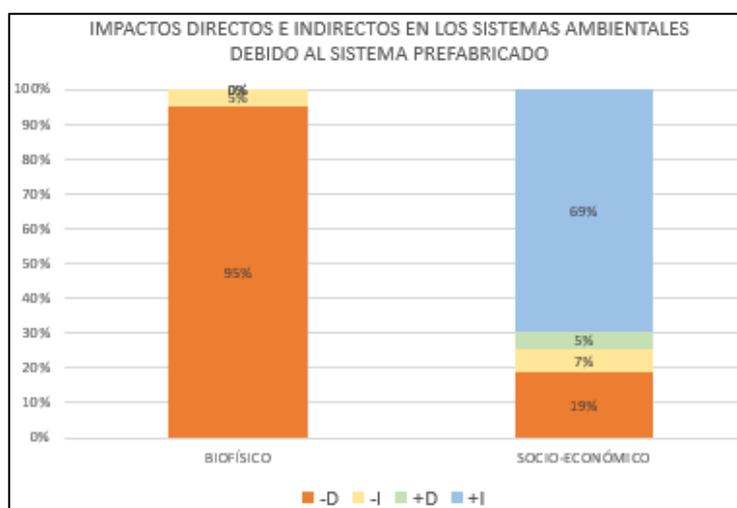
Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	95%	5%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	19%	7%	5%	69%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 150**

Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 150 se puede señalar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos en un 95% e indirectos en un 5%. El sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 19% e indirectos en un 7%. Por otro lado, el impacto positivo directo (5%) e indirecto (69%) se genera únicamente el sistema socio-económico.

Finalmente, se analizó los impactos ambientales del sistema prefabricado:

**Figura 151**

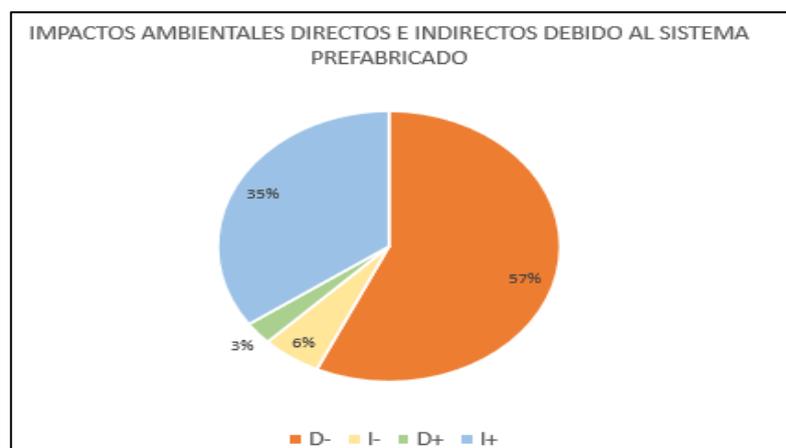
Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (1)

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	57%	6%	3%	35%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 152**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 152 podemos observar que el sistema prefabricado en un análisis a nivel de estructuras tiene impactos negativos directos en un 57% e indirectos en un 6%. Por otro lado, los impactos positivos directos e indirectos se encuentran representados por 3% y 35% respectivamente.

c) Análisis de Interacción de Impactos potenciales Directos/Indirectos a nivel de Proyecto - Sistema Prefabricado.

De todos los análisis por niveles mostrados, este es el que más nos importa ya que será tomado en cuenta para la verificación de las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación.

Se realizó el primer análisis correspondiente a los elementos ambientales. Paro ir agrupándolos luego en medios ambientales y

sistemas ambientales. Los análisis mostrados a continuación son imprescindibles para así poder llegar al cumplimiento de los objetivos específicos, ya que son parte del procedimiento de cálculo.

A continuación, los resultados obtenidos del análisis de impactos en los distintos medios ambientales:

**Figura 153**

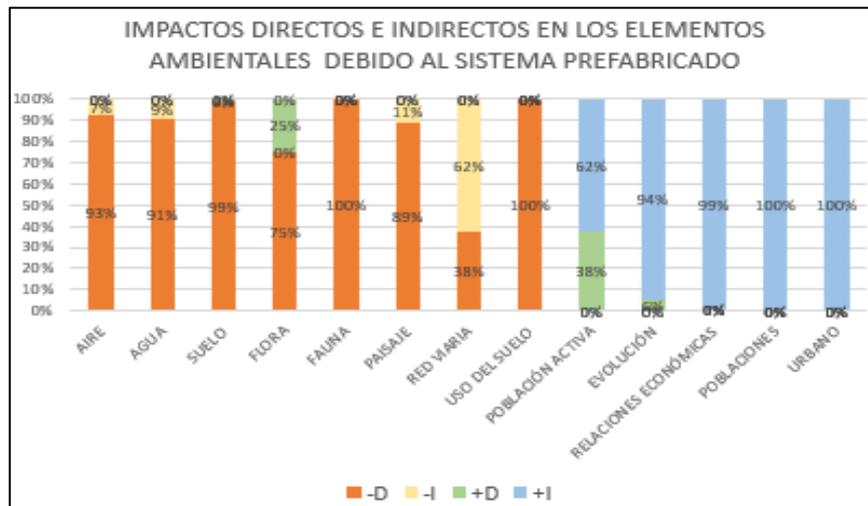
Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (1)

		FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	93%	7%	0%	0%
			AGUA	91%	9%	0%	0%
			SUELO	99%	0%	1%	0%
		BIÓTICO	FLORA	75%	0%	25%	0%
			FAUNA	100%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	PAISAJE	89%	11%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	38%	62%	0%	0%
			USO DEL SUELO	100%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	38%	62%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	6%	94%
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	100%
			URBANO	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 154**

Impactos directos e indirectos en los elementos ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 154 podemos observar que los impactos negativos directos se encuentran en los elementos aire (93%), agua (91%), suelo (99%), flora (75%), fauna (100%), paisaje (89%), red viaria (38%) y uso de suelo (100%). Los impactos indirectos negativos se encuentran representados por 7% (aire), 9% (agua), 11% (paisaje) y 62% (red viaria). Por otro lado, los impactos directos positivos son el 38% y se dan únicamente en el elemento de población activa. Y, los impactos positivos indirectos se dan en los elementos población activa (62%), evolución (94%), relaciones económicas (99%), poblaciones (100%) y urbano (100%).

De la agrupación de elementos ambientales, se procedió a analizar por medios ambientales:

**Figura 155**

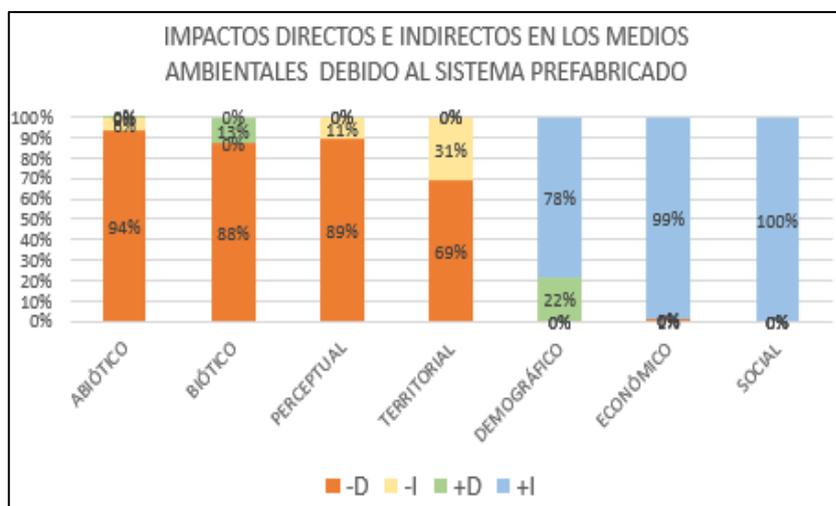
Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES			D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	94%	6%	0%	0%
		BIÓTICO	88%	0%	13%	0%
		PERCEPTUAL	89%	11%	0%	0%
	SOCIO- ECONÓMICO	TERRITORIAL	69%	31%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	22%	78%
		ECONÓMICO	1%	0%	0%	99%
		SOCIAL	0%	0%	0%	100%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 156**

Impactos directos e indirectos en los medios ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 156 podemos señalar que los impactos directos negativos se dan en los medios abiótico (94%), biótico (88%), perceptual (89%) y territorial (69%). Además, los impactos negativos indirectos se dan sobre los medios mencionados líneas arriba con un 6%, 0%, 11% y 31% respectivamente. Mientras que los impactos directos positivos se muestran en los medios biótico y demográfico con un 13% y 22% respectivamente. Los impactos positivos indirectos se dan en los elementos demográfico (78%), económico (99%) y social (100%).

Con la finalidad de acercarnos a lo que es vendría a ser el cumplimiento de los objetivos específicos n°1 y n°2 y la comprobación de las hipótesis específicas n°1 y n°2, se realizó el análisis por sistemas ambientales. A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 157**

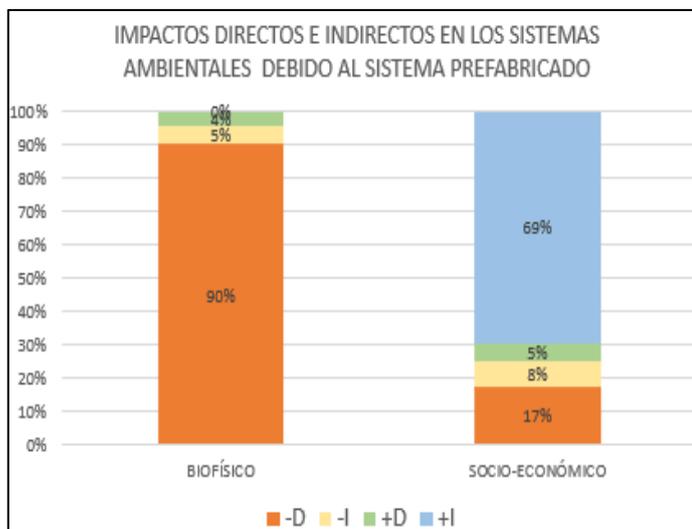
Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (1)

FACTORES AMBIENTALES		D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	90%	5%	4%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	17%	8%	5%	69%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 158**

Impactos directos e indirectos en los sistemas ambientales (2)



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 158 podemos apreciar que el sistema biofísico tiene impactos negativos directos en un 90% e indirectos en un 5%. Además, los impactos positivos generados en este sistema son directos y están representados por un 5%. Por otro lado, el sistema socio-económico tiene impactos negativos directos en un 17% e indirectos en un 8%. Los impactos positivos directos e indirectos dentro del último sistema en mención representan un 8% y 69% respectivamente.

De todos los análisis realizados, podemos derivar al análisis de los impactos ambientales generados por el sistema constructivo prefabricado. Y esto nos sirve como argumento de complemento para el cumplimiento del objetivo general y verificación de la hipótesis general.

A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 159**

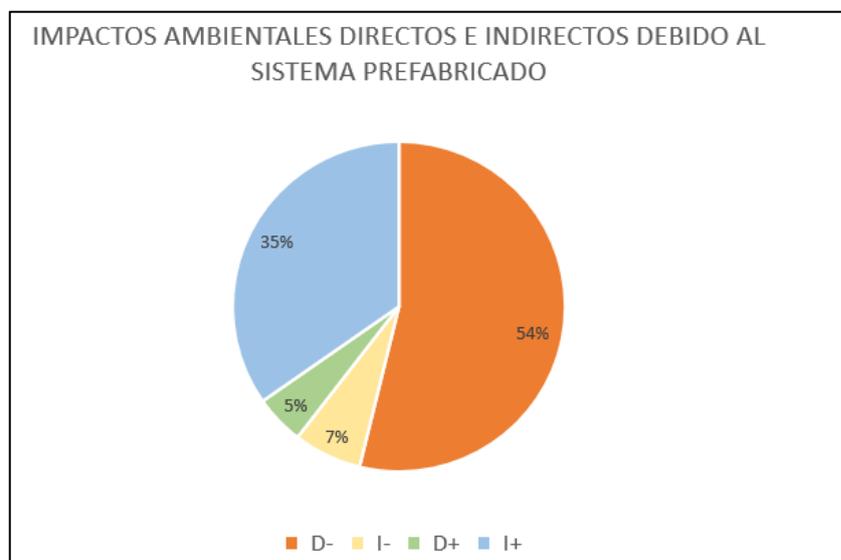
Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado

	D-	I-	D+	I+
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	54%	7%	5%	35%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 160**

Impactos ambientales directos e indirectos debido al sistema prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 160 podemos observar que el sistema constructivo prefabricado genera un 54% de impactos negativos directos y un 7% de impactos negativos indirectos. Por otro lado, los impactos positivos directos e indirectos generados por este sistema constructivo son un 5% y 35% respectivamente.

### 5.4.2.2 Matriz de Valoración de Impactos Ambientales – Sistema Constructivo Prefabricado

**Figura 161**

Matriz de valoración de impactos - sistema prefabricado (1)

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE LA OBRA																						
				PROVISIONALES						OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																
				OBRAS PROVISIONALES			TRABAJOS PRELIMINARES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	SOLIDO	FALSA ZAPATA	FALSO PISO	CIMIENTOS CORRIDOS	SOBRECIMENTO SIMPLE	MURO DE CONTENCIÓN			PLACAS									
				EXCAVACIONES MANUALES	COLOCACIÓN DE MADERA	HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE BARRAS	HABILITACIÓN DE AGUA FRÍA Y RED A BASTECIMIENTO DE AGUA MEDIANTE INSTALACIÓN HORIZONTAL EN CERCO METÁLICO	MOVILIZACIÓN Y DESMOLIZACION DE REBLANTE	LIMPIEZA DE TERRENO DURANTE EXCAVACIONES MASIVAS (GRUPO MIMICARGADOR)	REFINE Y NIVELACION DE TERRENO Y TRAZO Y REBLANTE	VACIADO DE CONCRETO	TRAZO Y REBLANTE	VACIADO DE CONCRETO	TRAZO Y REBLANTE	VACIADO DE CONCRETO F.C. 175	HABILITADO DE ACERO	ACARREO HORIZONTAL ANILLO DE ACERO	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CONCRETO F.C.	COLOCACION DE EMULSION	COLOCACION DE DIRECCION DE ACERO	ACARREO HORIZONTAL	TRAZO	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CONCRETO			
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR																							
BIOFISICO	BIOTICO (FISICO)	AIRES	Material Particulado																							
			Gases y nivel de emisiones			-62	-59	-62	-59	-63													-46	-48		
		AGUA	Calidad del agua superficial				-39																			
			Calidad del agua subterránea			-40																			-24	
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos			-25																				
			Contaminación por líquidos tóxicos				-44																		-25	
	Capacidad productiva del suelo					-17	-16																			
	Susceptibilidad a la erosión				-28																			-18		
	BIOTICO	FLORA	Grado de compactación																					-23		
			Cobertura Vegetal					-17																-16		
		Regeneración vegetal			-58																			-56		
		FAUNA	Regeneración vegetal			-56																		-56		
	PERCEPTUAL	PAISAJE	Fauna Aérea																					-20		
			Habitat de Fauna Aérea																					-20		
Fauna Terrestre					-30																			-20		
Habitat de Fauna Terrestre					-56	-23	-29																	-20		
TERRITORIAL	RED VIARIA	Calidad Escénica			-32																					
		Vibraciones					-20	-17	-20															-23		
		Niveles sonoros			-19	-20	-23	-17																-29		
		Tráfico pesado					-17	-16																-16		
SOCIO-ECONÓMICO	DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	Riesgo de Accidentes			-17	-16	-16															-16			
			Riesgo de Accidentes			-17	-16	-16																-16		
	ECONÓMICO	ELACIONES ECONÓMICAS	USO DEL SUELO																				-59			
			Ocupación para Construcción																					-59		
	SOCIAL	POBLACIONES	Incremento de Empleo			35	33		32	23	19		19	30	19	22	19	19	19	19	19	19	19	22		
			Salud y seguridad de la población					23																	19	
		URBANO	ACCESIBILIDAD	Incidencias sobre Comercios e Industrias			18	21	23																19	
				Incidencias sobre otros Servicios.					33	33	20															19
				Bienestar Social																						19
				Movilidad y Transporte			27	27	27	27																27
URBANO	ACCESIBILIDAD	Movilidad y Transporte			27	27	27	27															27			
		Accesibilidad			27	27	27	27																27		

Nota. Elaboración propia.















Figura 169

Matriz de significación - sistema prefabricado (5)

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE LA OBRA										PROYECTO												ESTRUCTURAS												CONCRETO ARMADO											
				ALER LICA					ESPECIALIDADES					IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS															
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR	COLOCACIÓN DE ESCALERA	INSTALACIÓN DE VENTANAS	INSTALACIÓN DE DRYWALL	INSTALACIÓN DE VIDRIOS, CRISTALES Y REJILLAS	SUBPISO Y REPARACION DE FALSO CIELO RASO	JARDINERIA	INSTALACIONES SANITARIAS	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	AGUA CONTRA INCENDIO	INSTALACIONES MECÁNICAS	EVACUACIÓN Y SEGURIDAD	TIC	POCO SIGNIFICATIVO	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO	ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	POCO SIGNIFICATIVO	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO	ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	POCO SIGNIFICATIVO	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO	ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	POCO SIGNIFICATIVO	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO	ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	POCO SIGNIFICATIVO	MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	MUY SIGNIFICATIVO	ALTAMENTE SIGNIFICATIVO														
BIOFÍSICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Material Particulado							PS	PS					8%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
			Gases y nivel de emisiones	Mo	Mo	Mo											0%	32%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%													
		AGUA	Calidad del agua superficial														7%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			Calidad del agua subterránea														27%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	34%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	32%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			SUELO	Contaminación por residuos sólidos	PS	PS	PS	PS	PS									12%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%								
				Contaminación por líquidos tóxicos														31%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	39%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	38%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%								
	BIÓTICO	FLORA	Capacidad productiva del suelo													7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
			Susceptibilidad a la erosión														1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			Grado de compactación														2%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			Cobertura Vegetal							mod							1%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
		FAUNA	Regeneración vegetal							mod							0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			Fauna Aérea														28%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
			Habitat de Fauna Aérea														0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%													
			Fauna Terrestre														37%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	48%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
PERCEPTUAL	PAISAJE	Habitat de Fauna Terrestre													2%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%											
		Calidad Escénica								Mo	PS	PS				18%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	19%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Vibraciones												32%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	35%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%											
			Niveles sonoros	PS	PS	PS	PS	PS			PS	PS	PS	PS			45%	23%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	35%	32%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	32%	0%	0%	0%	0%	0%	0%									
		Tráfico pesado														23%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	22%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
	DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	Riesgo de Accidentes													29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	34%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%										
			Ocupación para Construcción														1%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	0%													
	ECONÓMICO	EVOLUCIÓN	Incremento de Empleo	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	0%	0%	0%	0%	94%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	98%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	0%									
			Salud y seguridad de la población														0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%													
		RELACIONES ECONÓMICAS	Incidenias sobre Comercios e Industrias														0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%													
			Incidenias sobre otros Servicios	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	po	0%	0%	0%	0%	70%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	73%	0%	0%	0%	69%	0%	0%	0%													
	SOCIAL	POBLACIONES	Bienestar Social								mod	mod	mod			0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%														
Movilidad y Transporte																0%	0%	0%	0%	1%	55%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	59%	0%	0%	0%	0%	0%	0%														
URBANO		Accesibilidad								mod	mod	mod			0%	0%	0%	0%	1%	56%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	60%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	65%	0%	0%											

POCO SIGNIFICATIVO	7%	4%	7%	4%	7%	0%	14%	4%	4%	7%	7%
MODERADAMENTE SIGNIFICATIVO	4%	4%	4%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
MUY SIGNIFICATIVO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

a) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Concreto Armado - Sistema Prefabricado.

Con respecto a la significación de impactos ambientales del sistema constructivo prefabricados, también se realizó un análisis por nivel de concreto armado con la finalidad de tener mayor precisión de los resultados, puesto que, las actividades del sistema constructivo actúan directamente sobre las partidas de concreto armado.

A continuación, los resultados obtenidos:

**Figura 170**

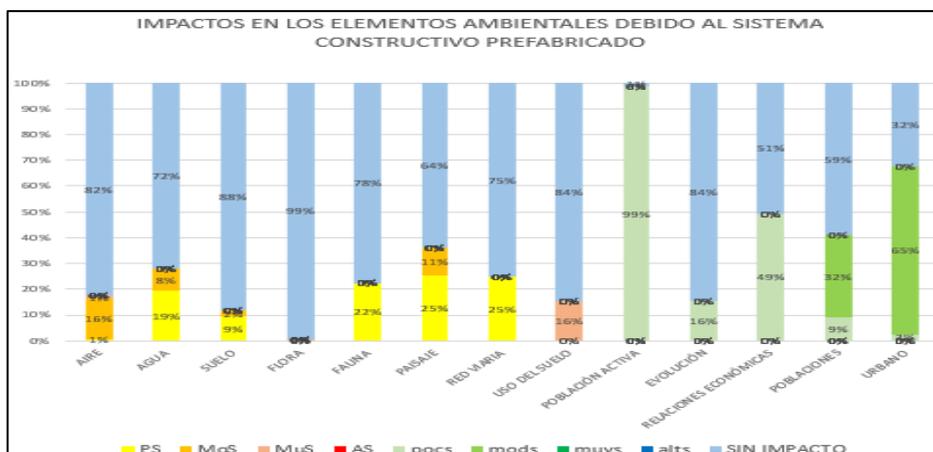
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

		FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
				PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	1%	16%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
			AGUA	19%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	
			SUELO	9%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
		BIÓTICO	FLORA	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	
			FAUNA	22%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		PERCEPTUAL	PAISAJE	25%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
			USO DEL SUELO	0%	0%	16%	0%	0%	0%	0%	
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	0%	0%	99%	0%	0%	
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	0%	16%	0%	0%	
		ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	0%	0%	0%	0%	49%	0%	0%	
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	0%	9%	32%	0%	
			URBANO	0%	0%	0%	0%	3%	65%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 171**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 171 podemos observar que los impactos negativos poco significativos se encuentran sobre los elementos aire (1%), agua (19%), suelo (9%), fauna (22%), paisaje (25%) y red viaria (25%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los elementos aire (16%), agua (8%), suelo (2%), paisaje (11%). Además, los impactos negativos muy significativos son generados en los elementos aire (1%), flora (1%) y uso de suelo (16%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se encuentran en los elementos población activa (99%), evolución (16%), relaciones económicas (49%), poblaciones (9%) y urbano (3%). Y los impactos positivos moderadamente significativos son generados en los elementos poblaciones y urbano representado por un 32% y un 65% respectivamente.

Luego, se procedió a agrupar los elementos ambientales en medios ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 172**

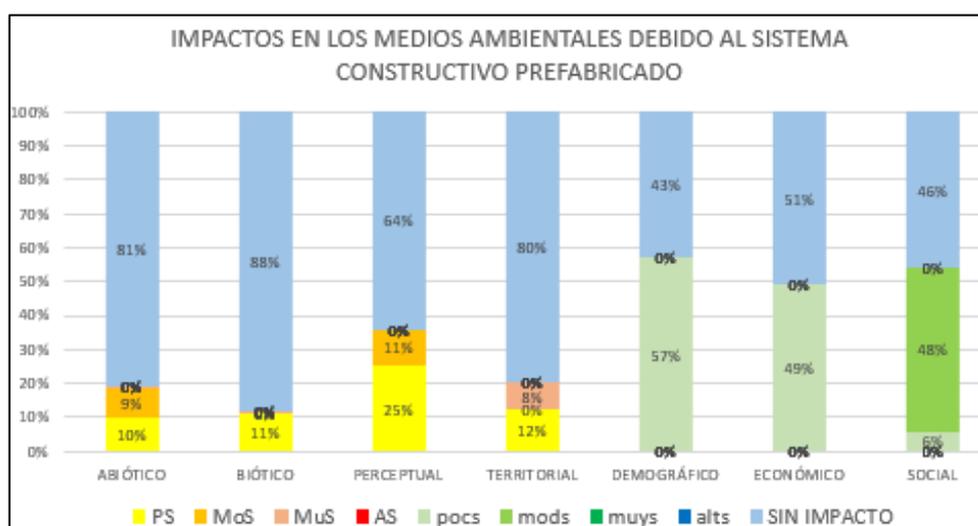
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	10%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	25%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	12%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	57%	0%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	49%	0%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	6%	48%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 173**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 173 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (10%), biótico (11%), perceptual (25%) y territorial (12%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (9%) y perceptual (11%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio territorial (8%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (57%), económico (49%) y social (6%). Y los impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (48%).

Luego se realizó el análisis por sistemas ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 174**

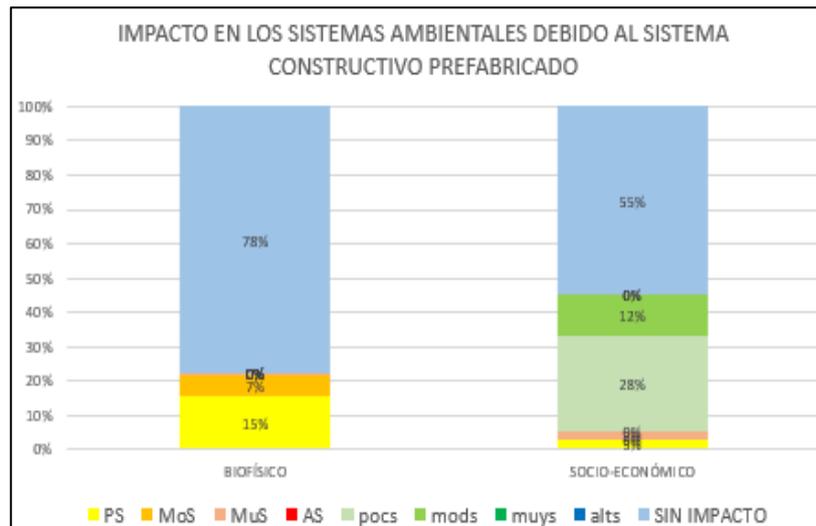
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	15%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	3%	0%	2%	0%	28%	12%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 175**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



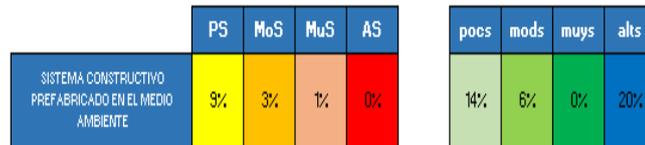
Nota. Elaboración propia.

De la fig. 175 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 15%, moderadamente significativos un 7% y 78% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos representan un 3% y los muy significativos un 2%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 12% y 55% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente, se realizó el análisis la significancia de los impactos ambientales generados por el sistema constructivo convencional, cuyos resultados son los siguientes:

**Figura 176**

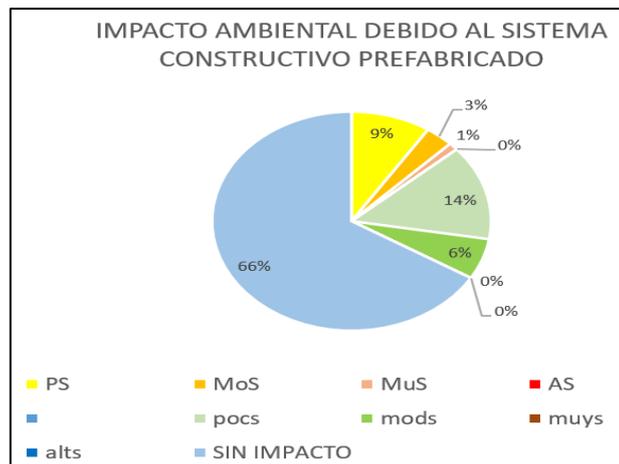
Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

**Figura 177**

Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 177 podemos apreciar que el sistema constructivo convencional produce impactos negativos poco significativos en un 9%, moderadamente significativos en un 3% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 14% y moderadamente significativos un 6%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 66%.

b) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Estructuras - Sistema Prefabricado.

Siguiendo con el análisis a nivel de estructuras, a continuación, los impactos generados en los diferentes elementos ambientales:

**Figura 178**

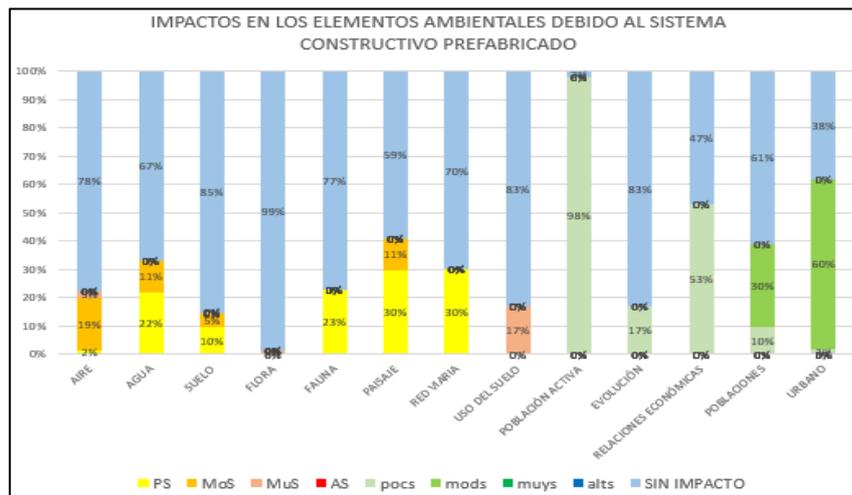
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	2%	19%	3%	0%	0%	0%	0%	0%
		AGUA	22%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	
		SUELO	10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	
	BIÓTICO	FLORA	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	
		FAUNA	23%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	PERCEPTUAL	PAISAJE	30%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	
	SOCIO-ECONÓMICO	TERITORIAL	RED VIARIA	30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			USO DEL SUELO	0%	0%	17%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	0%	0%	98%	0%	0%
EVOLUCIÓN			0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	
ECONÓMICO		RELACIONES ECONÓMICAS	0%	0%	0%	0%	53%	0%	0%	
SOCIAL		POBLACIONES	0%	0%	0%	0%	10%	30%	0%	
		URBANO	0%	0%	0%	0%	2%	60%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 179**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 179 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos son generados en los elementos aire (2%), agua (22%), suelo (10%), fauna (23%), paisaje (30%) y red viaria (30%). Los

impactos negativos moderadamente significativos se dan en los elementos aire (19%), agua (11%), suelo (5%) y paisaje (11%). Además, los impactos negativos muy significativos se dan en los elementos aire (3%), flora (2%) y uso de suelo (17%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos son generados en los elementos población activa (98%), evolución (17%), relaciones económicas (53%), poblaciones (10%) y urbano (2%). Mientras que los impactos positivos moderadamente significativos se dan en los elementos poblaciones (30%) y urbano (60%).

Luego, se procedió a agrupar los elementos en medios ambientales, presentando los siguientes resultados:

**Figura 180**

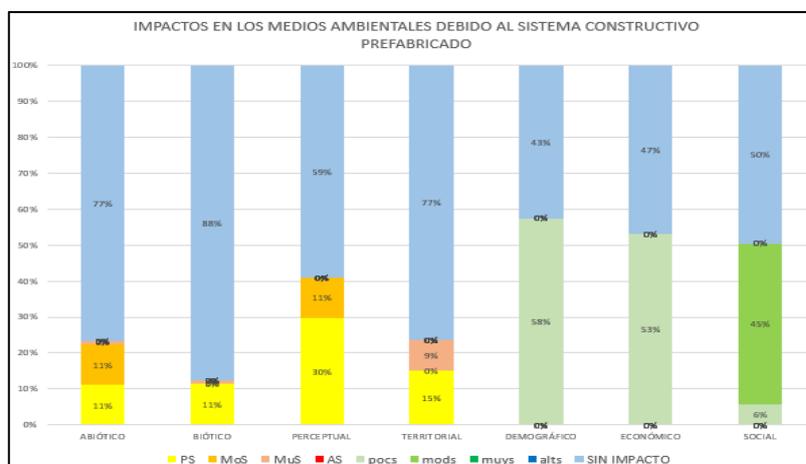
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	11%	11%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	11%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	30%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO- ECONÓMICO	TERRITORIAL	15%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	58%	0%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	53%	0%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	6%	45%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 181**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 181 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (11%), biótico (11%), perceptual (30%) y territorial (15%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (11%) y perceptual (11%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio territorial (9%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (58%), económico (53%) y social (6%). Y los impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (45%).

Luego, se agrupo en sistemas ambientales. Obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 182**

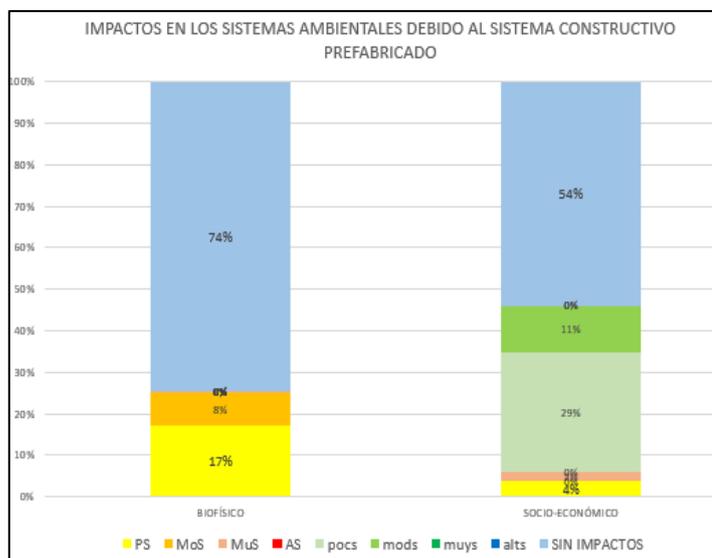
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	17%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	4%	0%	2%	0%	29%	11%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 183**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 183 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 17%, moderadamente significativos un 8%, muy significativos un 1% y 74% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos representan un 4% y los muy significativos un 2%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 29% y 11% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente se realiza un análisis del impacto ambiental generado del sistema constructivo convencional a nivel de la especialidad de Estructuras:

**Figura 184**

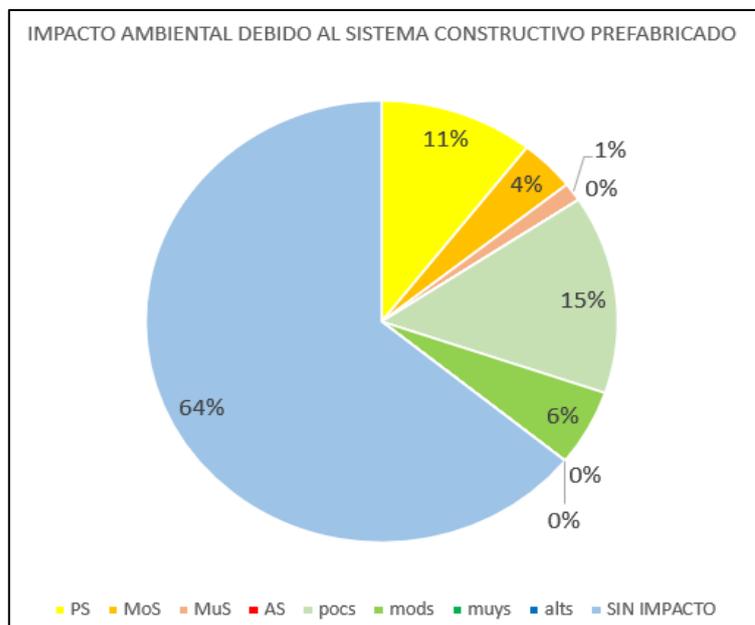
Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado

	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	11%	4%	1%	0%	15%	6%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 185**

Impacto ambiental debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 185 podemos apreciar que el sistema constructivo convencional produce impactos negativos poco significativos en un 11%, moderadamente significativos en un 4% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 15% y moderadamente significativos un 6%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 64%.

c) Análisis de Significación de Impactos Ambientales a nivel de Proyecto  
- Sistema Prefabricado.

De todos los análisis por niveles mostrados, este es el que más nos importa ya que será tomado en cuenta para la verificación de las hipótesis planteadas y el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación.

Se realizó el primer análisis correspondiente a los elementos ambientales. Paro ir agrupándolos luego en medios ambientales y sistemas ambientales. Los análisis mostrados a continuación son

imprescindibles para así poder llegar al cumplimiento de los objetivos específicos, ya que son parte del procedimiento de cálculo.

A continuación, los resultados obtenidos del análisis de impactos en los distintos medios ambientales:

**Figura 186**

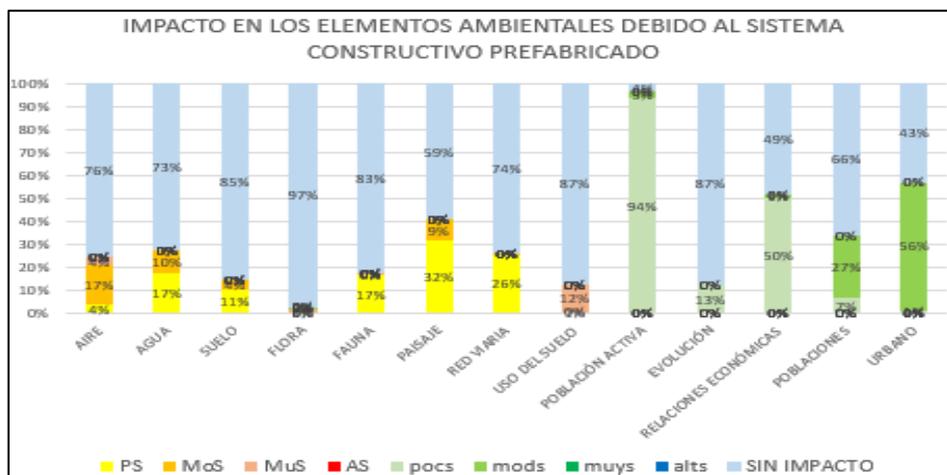
Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
				PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	AIRE	4%	17%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
AGUA			17%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
SUELO			11%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
BIÓTICO		FLORA	0%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	0%	
		FAUNA	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
		PERCEPTUAL	PAISAJE	32%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	
SOCIO-ECONÓMICO		TERRITORIAL	RED VIARIA	26%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
			USO DEL SUELO	1%	0%	12%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	POBLACIÓN ACTIVA	0%	0%	0%	0%	94%	3%	0%	0%
			EVOLUCIÓN	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%
	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	0%	0%	0%	0%	50%	1%	0%	0%	
		SOCIAL	POBLACIONES	0%	0%	0%	0%	7%	27%	0%	0%
	URBANO		0%	0%	0%	0%	1%	56%	0%	0%	

Nota. Elaboración propia.

**Figura 187**

Impacto en los elementos ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 187 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos son generados en los elementos aire (4%), agua (17%), suelo (11%), fauna (17%), paisaje (32%) y red viaria (26%). Los impactos negativos moderadamente significativos se dan en los elementos aire (17%), agua (10%), suelo (4%) y paisaje (9%). Además, los impactos negativos muy significativos se dan en los elementos aire (4%), flora (2%) y uso de suelo (12%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos son generados en los elementos población activa (94%), evolución (13%), relaciones económicas (50%), poblaciones (7%) y urbano (1%). Mientras que los impactos positivos moderadamente significativos se dan en los elementos población activa (3%) relaciones económicas (1%), poblaciones (27%) y urbano (58%).

Se agruparon los elementos en medios ambientales, obteniendo los siguientes resultados:

**Figura 188**

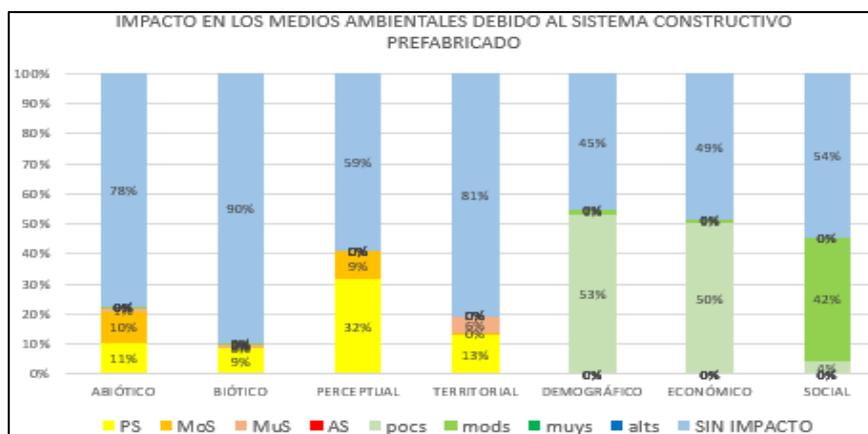
Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES			IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
			PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	ABIÓTICO	11%	10%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		BIÓTICO	9%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
		PERCEPTUAL	32%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO- ECONÓMICO	TERRITORIAL	13%	0%	6%	0%	0%	0%	0%	0%
		DEMOGRÁFICO	0%	0%	0%	0%	53%	1%	0%	0%
		ECONÓMICO	0%	0%	0%	0%	50%	1%	0%	0%
		SOCIAL	0%	0%	0%	0%	4%	42%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 189**

Impacto en los medios ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 189 podemos señalar que los impactos negativos poco significativos se dan en los medios abiótico (11%), biótico (9%), perceptual (32%) y territorial (13%). Los impactos negativos moderadamente significativos se generan sobre los medios abiótico (10%) y perceptual (9%). Los impactos negativos muy significativos se dan en el medio abiótico (1%), biótico (1%), territorial (6%). Por otro lado, los impactos positivos poco significativos se generan en los medios demográfico (53%), económico (50%) y social (4%). Y los impactos positivos moderadamente significativos se dan en el elemento social (42%).

Luego de agrupar los medios ambientales en sistemas con la finalidad de cumplir con los objetivos y comprobar las hipótesis específicas, se analizó y obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 190**

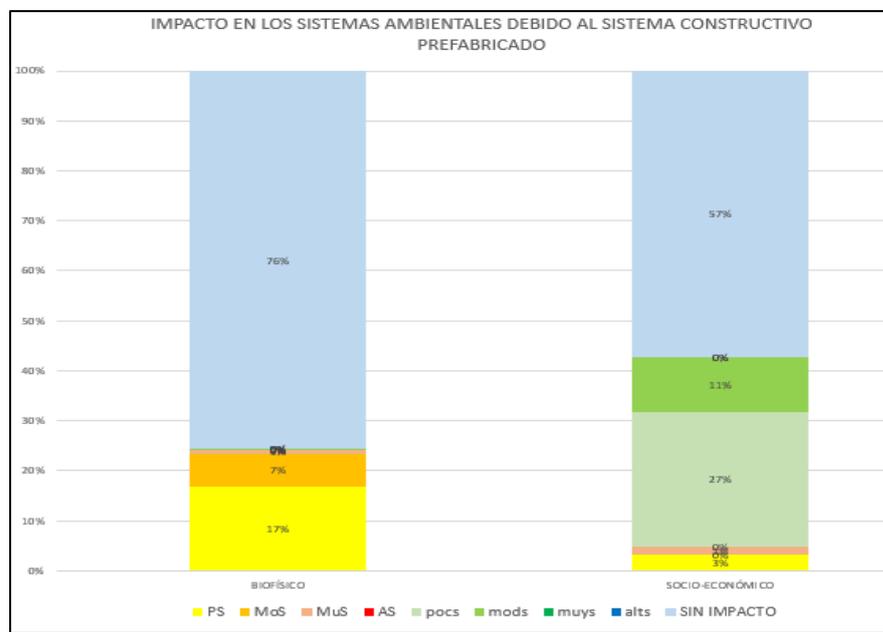
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

FACTORES AMBIENTALES		IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS			
		PS	MoS	MuS	AS	pocS	mods	muys	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	BIOFÍSICO	17%	7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
	SOCIO-ECONÓMICO	3%	0%	1%	0%	27%	11%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 191**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

De la fig. 191 podemos señalar que el sistema biofísico los impactos negativos poco significativos son de 17%, moderadamente significativos un 7%, muy significativos un 1% y 76% no generan impactos. Por otro lado, en el sistema socio-económico los impactos negativos poco significativos representan un 3% y los muy significativos un 1%. Además, los impactos positivos de este sistema son un 27% y 11% en el poco y moderadamente significativo respectivamente.

Finalmente, con intenciones de complementar los argumentos para la comprobación de la hipótesis y objetivo general, se realizó un análisis de los impactos generados del sistema constructivo convencional. Y, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 192**

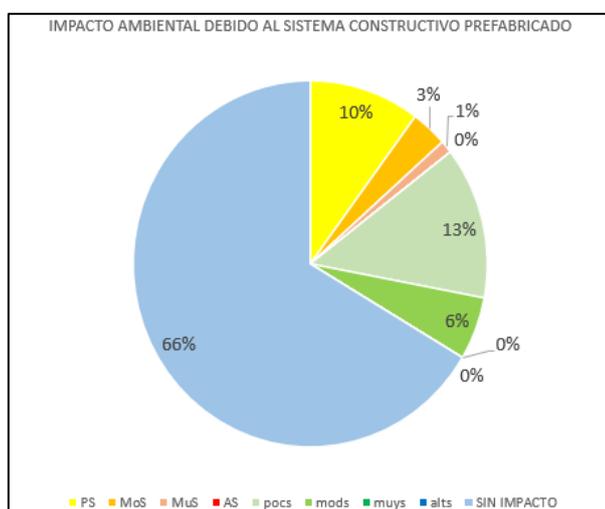
Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado

	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts
SISTEMA CONSTRUCTIVO PREFABRICADO EN EL MEDIO AMBIENTE	10%	3%	1%	0%	13%	6%	0%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 193**

Impacto en los sistemas ambientales debido al sistema constructivo prefabricado



Nota. Elaboración propia.

En la fig. 193 podemos apreciar que el sistema constructivo prefabricado produce impactos negativos poco significativos en un 10%, moderadamente significativos en un 3% y muy significativos en un 1%. Por otro lado, los impactos positivos poco significativos representan un 13% y moderadamente significativos un 6%. Mientras que las actividades que no generan impactos ambientales son representadas por un 66%.

## CAPÍTULO VI: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1 Resultados de la Investigación

Luego de determinar los impactos ambientales generados por las actividades de los sistema constructivo convencional y prefabricado propuestos para la ejecución de la obra de infraestructura considerada para la presente investigación, se procederá a mostrar los resultados obtenidos de todos los análisis realizados desde hasta un análisis global que es el nivel de proyecto.

#### 6.1.1 Sistema Constructivo Convencional y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Biofísico

##### Figura 194

Impacto directo/indirecto del sistema constructivo convencional en el sistema biofísico

SISTEMA AMBIENTAL	D-	I-	D+	I+
SISTEMA BIOFÍSICO	90%	6%	4%	0%

Nota. Elaboración propia.

##### Figura 195

Impacto del sistema constructivo convencional en el sistema biofísico

SISTEMA AMBIENTAL	IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				SIN IMPACTO
	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	ruys	alts	
SISTEMA BIOFÍSICO	22%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	69%

Nota. Elaboración propia.

#### 6.1.2 Sistema Constructivo Convencional y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Socio-Económico

##### Figura 196

Impacto directo/indirecto del sistema constructivo convencional en el sistema socio-económico

SISTEMA AMBIENTAL	D-	I-	D+	I+
SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	17%	8%	8%	67%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 197**

Impacto del sistema constructivo convencional en el sistema socio-económico

SISTEMA AMBIENTAL	IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				SIN IMPACTO
	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts	
SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	4%	0%	1%	0%	27%	13%	0%	0%	54%

Nota. Elaboración propia.

### 6.1.3 Sistema Constructivo Prefabricado y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Biofísico

**Figura 198**

Impacto directo/indirecto del sistema constructivo prefabricado en el sistema biofísico

SISTEMA AMBIENTAL	D-	I-	D+	I+
SISTEMA BIOFÍSICO	90%	5%	4%	0%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 199**

Impacto del sistema constructivo prefabricado en el sistema biofísico

SISTEMA AMBIENTAL	IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				SIN IMPACTO
	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muyS	alts	
SISTEMA BIOFÍSICO	17%	7%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	76%

Nota. Elaboración propia.

### 6.1.4 Sistema Constructivo Prefabricado y la Significancia de sus Efectos en el Sistema Socio-Económico

**Figura 200**

Impacto directo/indirecto del sistema constructivo prefabricado en el sistema socio-económico

SISTEMA AMBIENTAL	D-	I-	D+	I+
SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	17%	8%	5%	69%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 201**

Impacto del sistema constructivo prefabricado en el sistema socio-económico

SISTEMA AMBIENTAL	IMPACTOS NEGATIVOS				IMPACTOS POSITIVOS				SIN IMPACTO
	PS	MoS	MuS	AS	pocs	mods	muys	alts	
SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO	3%	0%	1%	0%	27%	11%	0%	0%	57%

Nota. Elaboración propia.

### 6.1.5 Cuadros Comparativos del Sistema Constructivo Convencional y Prefabricado y el Impacto Ambiental generado

De todos los niveles de análisis realizados, se deriva el siguiente aporte en el cual se comparan los impactos ambientales generados de los sistemas constructivos convencional y prefabricado. Esto, con la finalidad de poder determinar el sistema constructivo de menor impacto ambiental, es decir, alineado a la sostenibilidad ambiental.

**Figura 202**

Cuadro comparativo de impactos en el sistema biofísico a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto

**CUADRO RESUMEN DE IMPACTOS EN EL SISTEMA BIOFÍSICO**

		EVALUACIÓN A NIVEL DE CONCRETO ARMADO		EVALUACIÓN A NIVEL DE ESTRUCTURAS		EVALUACIÓN A NIVEL DE PROYECTO	
		SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO
IMPACTOS NEGATIVOS	PS	24%	15%	24%	17%	22%	17%
	MoS	9%	7%	10%	8%	8%	7%
	MuS	0%	0%	1%	1%	1%	1%
	AS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TOTAL		34%	22%	34%	26%	30%	24%
IMPACTOS POSITIVOS	pocs	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	mods	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	muys	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	alts	0%	0%	0%	0%	0%	0%
TOTAL		0%	0%	0%	0%	0%	0%
SIN IMPACTO		66%	78%	66%	74%	69%	76%

Nota. Elaboración propia.

**Figura 203**

Cuadro comparativo de impactos en el sistema socio-económico a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto

**CUADRO RESUMEN DE IMPACTOS EN EL SISTEMA SOCIO-ECONÓMICO**

		EVALUACIÓN A NIVEL DE CONCRETO ARMADO		EVALUACIÓN A NIVEL DE ESTRUCTURAS		EVALUACIÓN A NIVEL DE PROYECTO	
		SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	PS	4%	3%	4%	4%	4%	3%
	MoS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	MuS	2%	2%	2%	2%	1%	1%
	AS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>		<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>
<b>IMPACTOS POSTIVOS</b>	pocs	28%	28%	29%	29%	27%	27%
	mods	16%	12%	14%	11%	13%	11%
	muyS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	alts	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>		<b>45%</b>	<b>40%</b>	<b>44%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>38%</b>
<b>SIN IMPACTO</b>		<b>50%</b>	<b>55%</b>	<b>50%</b>	<b>54%</b>	<b>54%</b>	<b>57%</b>

Nota. Elaboración propia.

**Figura 204**

Cuadro comparativo de impactos directos e indirectos a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto

**CUADRO RESUMEN DE IMPACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

		EVALUACIÓN A NIVEL DE CONCRETO ARMADO		EVALUACIÓN A NIVEL DE ESTRUCTURAS		EVALUACIÓN A NIVEL DE PROYECTO	
		SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	D-	56%	57%	56%	57%	53%	54%
	I-	6%	5%	6%	6%	7%	7%
<b>TOTAL</b>		<b>63%</b>	<b>63%</b>	<b>63%</b>	<b>63%</b>	<b>60%</b>	<b>60%</b>
<b>IMPACTOS POSTIVOS</b>	D+	5%	3%	4%	3%	6%	5%
	I+	33%	35%	33%	35%	34%	35%
<b>TOTAL</b>		<b>37%</b>	<b>37%</b>	<b>37%</b>	<b>37%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>

Nota. Elaboración propia.

**Figura 205**

Cuadro comparativo de impactos ambientales a nivel de concreto armado, estructuras y proyecto

**CUADRO RESUMEN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

		EVALUACIÓN A NIVEL DE CONCRETO ARMADO		EVALUACIÓN A NIVEL DE ESTRUCTURAS		EVALUACIÓN A NIVEL DE PROYECTO	
		SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO	SISTEMA CONVENCIONAL	SISTEMA PREFABRICADO
<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	PS	14%	9%	14%	11%	13%	10%
	MoS	5%	3%	5%	4%	4%	3%
	MuS	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	AS	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>		<b>20%</b>	<b>14%</b>	<b>20%</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>	<b>15%</b>
<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	pocs	14%	14%	15%	15%	14%	13%
	mods	8%	6%	7%	6%	7%	6%
	muys	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	alts	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>		<b>22%</b>	<b>20%</b>	<b>22%</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>	<b>19%</b>
<b>SIN IMPACTO</b>		<b>58%</b>	<b>66%</b>	<b>58%</b>	<b>64%</b>	<b>62%</b>	<b>66%</b>

Nota. Elaboración propia.

## 6.2 Análisis e Interpretación de los Resultados

De los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación realizaremos un análisis orientado al propósito de cada uno de los objetivos específicos planteados.

Se interpretará los resultados en el siguiente orden:

- a) La Significancia de los efectos del Sistema Constructivo Convencional en el sistema Biofísico

Luego de analizar cada una de las actividades del sistema constructivo convencional y sus efectos en el sistema biofísico, se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 194 y fig. 195. De los cuales, podemos señalar que los impactos producidos por el sistema convencional en el sistema biofísico tienen un 90% de impactos negativos directos y 6% de impactos negativos indirectos. También generan impactos positivos en el sistema ambiental propuesto, representados por 4% y 0% en los impactos directos e indirectos respectivamente. Por otro lado, los impactos negativos tienen porcentajes de significación de 22%, 8% y 1% para los niveles de “poco significativo”, “moderadamente significativo” y “muy significativo” respectivamente. Y los impactos positivos son “poco significativo” en un 0%, “moderadamente significativo” en un 0%. Además, el 69% de actividades no generan impactos ambientales.

b) La Significancia de los efectos del Sistema Constructivo Convencional en el sistema Socio-económico.

Al analizar las actividades del sistema constructivo convencional y la significancia en el sistema socio-económico, se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 196 y fig. 197. De los cuales, podemos señalar que los impactos producidos por el sistema convencional en el sistema socio-económico tienen un 17% de impactos negativos directos y 8% de impactos negativos indirectos. También generan impactos positivos en el sistema ambiental propuesto, representados por 8% y 67% en los impactos directos e indirectos respectivamente. Por otro lado, los impactos negativos tienen porcentajes de significación de 4%, 0% y 1% para los niveles de “poco significativo”, “moderadamente significativo” y “muy significativo” respectivamente. Y los impactos positivos son “poco significativo” en un 27%, “moderadamente significativo” en un 13%. Además, el 54% de actividades no generan impactos ambientales.

c) La Significancia de los efectos del Sistema Constructivo Prefabricado en el sistema Biofísico

Luego de analizar cada una de las actividades del sistema constructivo prefabricado y sus efectos en el sistema biofísico, pudimos obtener los resultados mostrados en la fig. 198 y fig. 199. De los cuales, podemos señalar que los impactos producidos por el sistema prefabricado en el sistema biofísico tienen un 90% de impactos negativos directos y 5% de impactos negativos indirectos. También generan impactos positivos en el sistema ambiental propuesto, representados por 4% y 0% en los impactos directos e indirectos respectivamente. Por otro lado, los impactos negativos tienen porcentajes de significación de 17%, 7% y 1% para los niveles de “poco significativo”, “moderadamente significativo” y “muy significativo” respectivamente. Y los impactos positivos son “poco significativo” en un 27%, “moderadamente significativo” en un 13%. Además, el 76% de actividades no generan impactos ambientales.

d) La Significancia de los efectos del Sistema Constructivo Prefabricado en el sistema Socio-económico

Al analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado y la significancia en el sistema socio-económico, se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 200 y fig. 201. De los cuales, podemos señalar que los impactos producidos por el sistema prefabricado en el sistema socio-económico tienen un 17% de impactos negativos directos y 8% de impactos negativos indirectos. También generan impactos positivos en el sistema ambiental propuesto, representados por 5% y 69% en los impactos directos e indirectos respectivamente. Por otro lado, los impactos negativos tienen porcentajes de significación de 3%, 0% y 1% para los niveles de “poco significativo”, “moderadamente significativo” y “muy significativo” respectivamente. Y los impactos positivos son “poco significativo” en un 27%, “moderadamente significativo” en un 11%. Además, el 57% de actividades no generan impactos ambientales.

e) Comparación de los Impactos ambientales generados del Sistema Constructivo Convencional y Prefabricado

Se logró determinar el impacto ambiental generado por el sistema constructivo convencional y prefabricado; teniendo así los resultados por niveles de análisis, mostrados en la Fig. 205

Del análisis a nivel de proyecto se concluye que, los impactos negativos tienen una incidencia de 18% y 15% para el sistema constructivo convencional y prefabricado respectivamente. Además, los impactos positivos representan el 20% para el sistema convencional y 19% para el sistema prefabricado.

Por otro lado, es importante decir que la mayoría de actividades no generan impactos en el medio ambiente, representados por un 62% en el sistema convencional y un 66% en el sistema prefabricado.

Realizar un análisis por niveles como concreto armado, estructuras y proyecto nos permite conocer los efectos de las actividades en el medio ambiente desde un alcance específico hasta uno global. Y esto es de suma importancia, ya que, los impactos ambientales de las actividades de los sistemas constructivos inciden directamente en los elementos de concreto armado, en la etapa de ejecución de estructura; y el análisis planteado nos permite visualizar un resultado de los impactos ambientales con mayor

precisión como es el nivel de concreto armado hasta llegar a una representación total a nivel del proyecto.

Según la fig. 204, los impactos positivos generados son en su mayoría “Indirectos” (34% en el sistema convencional y 35% en el sistema prefabricado según análisis a nivel de proyecto), y esto es un reflejo del aumento en la incidencia en servicios y comercios, empleo, urbanización y accesibilidad, que se benefician indirectamente cuando se ejecutan obras de construcción.

Sin embargo, el sistema prefabricado tiene menor impacto positivo que el convencional y esto se debe a que el sistema prefabricado tiene procesos industriales que reduce la mano de obra y el impacto positivo en todos los factores ambientales involucrados a este.

De todos los análisis realizados mostrados en las fig. 202, fig. 203 y fig. 205, podemos concluir que los impactos negativos más influyentes son “Poco significativos”, lo cual permite tomar medidas preventivas y de mitigación del impacto ambiental generado.

### 6.3 Contratación de Hipótesis

#### 6.3.1 Hipótesis Específica 1

$H_1$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional permiten determinar los efectos en el sistema biofísico.

$H_{01}$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional no permiten determinar los efectos en el sistema biofísico.

En el desarrollo de la investigación se analizó la interacción entre las actividades del sistema constructivo en mención y los medios abiótico, biótico y perceptual. Estos últimos componen el sistema biofísico. Y se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 194 y fig. 195.

Por lo tanto, se valida la hipótesis  $H_1$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_{01}$ .

#### 6.3.2 Hipótesis Específica 2

$H_2$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional permiten determinar los efectos en el sistema socio-económico.

$H_{02}$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional no permiten determinar los efectos en el socio-económico.

En el desarrollo de la investigación se analizó la interacción entre las actividades del sistema constructivo en mención y los medios ambientales territorial, demográfico, económico y social. Estos últimos componen el sistema socio-económico. Y se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 196 y fig. 197.

Por lo tanto, se valida la hipótesis  $H_2$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_{02}$ .

### 6.3.3 Hipótesis Específica 3

$H_3$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado permiten determinar los efectos en el sistema biofísico.

$H_{03}$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado no permiten determinar los efectos en el biofísico.

En el desarrollo de la investigación se analizó la interacción entre las actividades del sistema constructivo en mención y los medios abiótico, biótico y perceptual. Estos últimos componen el sistema biofísico. Y se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 198 y fig. 199.

Por lo tanto, se valida la hipótesis  $H_3$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_{03}$ .

### 6.3.4 Hipótesis Específica 4

$H_4$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado permiten determinar los efectos en el sistema socio-económico.

$H_{04}$ : El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado no permiten determinar los efectos en el socio-económico.

En el desarrollo de la investigación se analizó la interacción entre las actividades del sistema constructivo en mención y los medios ambientales territorial, demográfico, económico y social. Estos últimos componen el sistema socio-económico. Y se obtuvieron los resultados mostrados en la fig. 200 y fig. 201.

Por lo tanto, se valida la hipótesis  $H_4$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_{04}$ .

### 6.3.5 Hipótesis Principal

$H_1$ : El análisis de las actividades de los sistemas constructivos permiten determinar el impacto ambiental.

$H_{0i}$ : El análisis de las actividades de los sistemas constructivos no permiten determinar el impacto ambiental.

Durante el desarrollo de la investigación se pudo determinar los efectos de las actividades de los sistemas constructivos en el medio ambiente, validando así cada una de las hipótesis específicas que alimentan a la hipótesis principal. Además, se puede complementar con los resultados mostrados en la fig. 202, fig. 203 y fig. 205.

Por lo tanto, se valida la hipótesis alterna  $H_i$  y se rechaza la hipótesis nula  $H_{0i}$ .

#### 6.4 Discusión

Luego de haber investigado la relación que existe entre los sistemas constructivos con sus efectos en el medio ambiente, en donde se analizaron las actividades del sistema constructivo convencional y prefabricado a través de la Matriz de Leopold. Se pudo cumplir satisfactoriamente con los objetivos de esta investigación que consistían en determinar el impacto ambiental generado por los sistemas en mención, en los dos sistemas ambientales que son el sistema biofísico y el socio-económico.

Garmendia Salvador et al. (2005) nos explican las diferentes metodologías que se utilizan para la evaluación de los impactos ambientales, que comienzan con la identificación de factores ambientales hasta la elaboración de un estudio de impacto ambiental. Mientras que en la presente investigación se centró solo en la calificación del impacto ambiental a través de la matriz de Leopold con la finalidad de determinar el impacto ambiental generado de ambos sistemas constructivos. Teniendo así los resultados deseados.

Domus (2011) elaboró la evaluación de impacto ambiental de las fases para la construcción de una carretera, realizando el análisis en la etapa de construcción, operación y de desmovilización. Mientras que en la presente investigación se realizó un análisis estrictamente de la etapa de construcción con énfasis en las actividades de las partidas ejecutadas. Y estas están clasificadas según las especialidades de estructuras, arquitectura y especialidades. Lo que nos permite concluir que podemos utilizar la matriz de Leopold a conveniencia y según nuestras necesidades en cuanto a los resultados a obtener. Y en esta investigación utilizamos la matriz de Leopold para calcular las incidencias (porcentajes mostrados en los resultados) de los impactos ambientales de cada sistema constructivo y así compararlos.

## CONCLUSIONES

1. Mediante el análisis de actividades de los sistemas constructivos a través de la herramienta ambiental Matriz de Leopold, se logró determinar el impacto ambiental generado por el sistema constructivo convencional y prefabricado. Del cual, se puede concluir que el sistema constructivo prefabricado genera menos impactos negativos en el medio ambiente en comparación al sistema convencional. Y esto se debe a que la aplicación del Sistema prefabricado implica un proceso industrial de las actividades como habilitación y colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto dentro de la planta de producción, mientras que el sistema convencional realiza las actividades mencionadas in situ, generando impactos ambientales dentro del proyecto.
2. Al analizar las actividades del sistema constructivos convencional, se logró determinar la significancia de sus efectos en el sistema biofísico. De los resultados obtenidos se puede concluir que, el sistema constructivo convencional no genera impactos positivos en el sistema biofísico en ninguno de los niveles de análisis. Y este se debe a que el sistema ambiental en mención está conformado por el aire, suelo, agua, flora, fauna y paisaje que es en donde impactan negativamente cada una de las actividades de obra.
3. Mediante el análisis de actividades del sistema constructivos convencional, se logró determinar la significancia de sus efectos en el sistema socio-económico. De los resultados obtenidos se puede concluir que, el sistema constructivo convencional genera impactos positivos únicamente en el sistema ambiental en mención y esto se debe a que el sistema ambiental en mención está relacionado a la generación de empleo, aumento en las actividades comerciales y de servicios.
4. Al analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado, se logró determinar la significancia de sus efectos en el sistema biofísico. De los resultados obtenidos se puede concluir que, el sistema constructivo prefabricado no genera impactos positivos en el sistema biofísico en ninguno de los niveles de análisis. Y esto es debido a que está conformado por los medios ambientales biofísicos, los cuales son dañados directamente por las actividades de obra. Sin embargo, los impactos negativos generados por este sistema constructivo, tienen una menor incidencia en el medio ambiente en comparación al sistema constructivo convencional.

5. Mediante el análisis de actividades del sistema constructivos prefabricado, se logró determinar la significancia de sus efectos en el sistema socio-económico. De los resultados obtenidos se puede concluir que, el sistema constructivo prefabricado genera impactos positivos únicamente en el sistema ambiental en mención y esto es porque está conformada por el empleo, el mercado industrial y los servicios por parte de empresas subcontratistas. Sin embargo, debido a que las actividades como la habilitación y colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto son realizadas en planta de fabricación, el prefabricado tiene una menor incidencia en el sistema ambiental socio-económico en comparación al sistema constructivo convencional y esto es porque se reduce la mano de obra, subcontratistas y proveedores durante la ejecución de obra.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la evaluación de impacto ambiental de las actividades de construcción, sea realizada por ingenieros civiles con experiencia en la ejecución de obras, ya que son los únicos que entienden en que consiste cada actividad a realizar y conoce los equipos, materiales y personal obrero involucrado. De esta manera podrá entender de qué manera influye la construcción en el medio ambiente.
2. Se recomienda que para posteriores trabajos de investigaciones se sugiere analizar el costo/beneficio de la utilización de sistema constructivo prefabricado y el sistema constructivo convencional, teniendo en cuenta también la reducción de contaminación ambiental, que nos permite proteger el medio ambiente y preservar la existencia de todos.
3. Se recomienda la consideración de utilizar el sistema constructivo prefabricado durante la etapa de planeamiento al inicio de obra con fines de sostenibilidad ambiental y optimización de los tiempos de ejecución. Por otro lado, de acuerdo a lo analizado, las actividades con mayor incidencia se encuentran a nivel de concreto armado, es por eso que se sugiere tener mayor control en las actividades referidas a dicha partida, para que, se reduzca de manera significativa la contaminación global.
4. Se recomienda considerar los impactos ambientales producidos en obra durante la etapa de planeamiento al inicio de obra, esto con la finalidad de considerarlo dentro de su plan de trabajo y así tomar medidas mitigadoras en el momento adecuado. Tales como, cuidado del suelo, ruido, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Paredes, R. C. (2018). *Impactos ambientales producidos en la Construcción de la carretera pachilanga – Pomabamba, respecto a lo declarado en el estudio de impacto ambiental [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]*. Obtenido de Repositorio Académico UNAC:  
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1998>
- Alvarez Risco, A. (2020). *Universidad de Lima*. Obtenido de Clasificación de las Investigaciones:  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjVyLGT9cjsAhWSGbkGHS0yAqkQFjADegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fcore.ac.uk%2Fdownload%2Fpdf%2F322967825.pdf&usq=AOvVaw0CuA9jLIpykQAM-Lv8j1pP>
- Aroquipa Velásquez, H. (2014). *Procesos Constructivos de Edificaciones y sus Impactos Ambientales con Relación a una Producción Limpia y Sostenible [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Altiplano Puno]*. Obtenido de Repositorio institucional de UNAP:  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/277>
- Arroyo Chalco, V. (2012). *Estudio del Impacto Visual y Paisajístico de la Central Eólica Yacila de 48 MW*. Obtenido de  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Anexo%206%20-%20Estudio%20de%20Impacto%20Visual%20y%20Paisajistico.pdf>
- Borderías Uribeondo, M. d., & Muguruza Cañas, C. (2015). *Evaluación Ambiental*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Obtenido de  
[https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/48791?as\\_all=inventario\\_\\_ambiental&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/48791?as_all=inventario__ambiental&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as)
- Borja Suárez, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo. Obtenido de  
[https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
- Burgo Bencomo, O. B. (2020). *Gestión de Empresas Agropecuarias: con Enfoque de Economía Circular para el Fomento del Desempeño y la Sostenibilidad*.

Editorial Universo Sur. Obtenido de

[https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/131886?as\\_all=econom%C3%ADa\\_\\_circ\\_ular&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&as\\_edition\\_year=2020,2020&as\\_edition\\_year\\_op=range&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/131886?as_all=econom%C3%ADa__circ_ular&as_all_op=unaccent__icontains&as_edition_year=2020,2020&as_edition_year_op=range&prev=as)

Canalitic. (2017). *Emisiones de Gases Contaminantes*. Obtenido de Canalitic:

[https://canalitic.com/blog/html/exe/energias/emisiones\\_de\\_gases\\_contaminantes.html](https://canalitic.com/blog/html/exe/energias/emisiones_de_gases_contaminantes.html)

CENEM. (2018). *El Journal del Packaging*. Obtenido de Estadísticas: Residuos en

Chile - Reporte MMA 2018: <http://cenem.cl/newsletter/enero2019/detalle-21.php>

Chavez Vargas, G. P. (2014). *Estudio de la Gestión Ambiental para la Prevención de*

*Impactos y Monitoreo de las Obras de Construcción de Lima Metropolitana*

*[Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio

Academico PUCP. Obtenido de

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5629>

Domus. (2011). *Plan de Manejo Ambiental del Campamento Sub Base 28 de Julio, Lote*

*138*.

Franchi López, P. S. (2019). *Análisis del Ciclo de Reciclaje de los Materiales de*

*Construcción en Referencia al Proceso de la Edificación [Tesis de Maestría,*

*Universidad Politécnica de Valencia]*. Obtenido de RiuNet Repositorio

Académico UPV: <https://riunet.upv.es/handle/10251/134196>

Galindo Ruiz, J. S., & Silva Núñez, H. D. (2016). *Impactos Ambientales Producidos*

*por el Uso de Maquinaria en el Sector de la Construcción [Tesis de Pregrado,*

*Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional UCC, Bogotá.

Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/12566>

García Álvarez, M. I. (2015). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales Asociados a la*

*Construcción de Edificaciones en la Ciudad de Cuenca [Tesis de Maestría,*

*Universidad de las Fuerzas Armadas]*. Obtenido de Repositorio Institucional de

la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE: Repositorio Institucional de la

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

- Garmendia Salvador, A., Salvador Alcaide, A., Crespo Sánchez, C., & Garmendia Salvador, L. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental [Versión PDF]*. Pearson Educación. Obtenido de [https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/45334?fs\\_q=impacto%20ambiental&prev=fs](https://elibro.net/es/lc/elibrocom/titulos/45334?fs_q=impacto%20ambiental&prev=fs)
- González Molina, P. (2019). *Impacto Ambiental en las Actividades Humanas UF0735*. Editorial Tutor Formación. Obtenido de [https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/105672?as\\_all=impacto\\_\\_ambiental&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&as\\_edition\\_year=2014,2020&as\\_edition\\_year\\_op=range&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/105672?as_all=impacto__ambiental&as_all_op=unaccent__icontains&as_edition_year=2014,2020&as_edition_year_op=range&prev=as)
- González Vallejo, P., Sólis Gúzman, J., Llácer, R., & Marrero, M. (2015). *La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica*. España. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5257714>
- Guzmán Morán, R. C. (2016). *Determinación de la contaminación sonora proveniente de las actividades de construcción del proyecto línea amarilla [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]*. Obtenido de Repositorio institucional UNFV: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1482>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación Sexta Edición [Versión Pdf]*. McGraw-Hill / Interramericana Editores, S.A. DE C.V. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Huapalla García, H. M., & Fonseca Alvarado, W. D. (20 de Enero de 2020). *Propuesta de utilización de estructuras prefabricadas en concreto armado para la construcción de edificios multifamiliares [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Obtenido de Repositorio Académico UPC: <http://hdl.handle.net/10757/648666>
- Huároc Bravo, O. R. (27 de Junio de 2019). *Relación del Nivel de Aplicación de las ISO 14001 y el Nivel de Impacto Ambiental en la Empresa Electrocentro*

- S.A.Huancayo-2017 [Tesis de Pregrado, Universidad Continental]*. Obtenido de Repositorio Institucional Continental:  
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5912>
- IC Corporativo. (2016). *Prefabricación de viviendas de interés social en concreto*. Obtenido de 360 en Concreto:  
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/prefabricacion-de-viviendas-en-concreto>
- INEI. (2019). *Perú Anuario de Estadísticas Ambientales*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/buscador/?tbusqueda=anuario+de+estadisticas+ambientales+2019>
- Innovación y Cualificación S. L. (2019). *Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible*. IC Editorial. Obtenido de [https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/124252?as\\_all=desarrollo\\_\\_sostenible&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&as\\_edition\\_year=2019,2020&as\\_edition\\_year\\_op=range&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/124252?as_all=desarrollo__sostenible&as_all_op=unaccent__icontains&as_edition_year=2019,2020&as_edition_year_op=range&prev=as)
- Jaillon, L., & Poon, C. (2014). *Jaillon, L.; Poon, C.S. Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Hong Kong*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.006>
- Martínez Orozco, J. M. (2020). *Casos Prácticos en Evaluación de Impacto Ambiental*. Dextra Editorial. Obtenido de [https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/130765?as\\_all=impacto\\_\\_ambiental&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&as\\_edition\\_year=2014,2020&as\\_edition\\_year\\_op=range&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/130765?as_all=impacto__ambiental&as_all_op=unaccent__icontains&as_edition_year=2014,2020&as_edition_year_op=range&prev=as)
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica GE.040 Uso y Mantenimiento*. Obtenido de Instituto de la Construcción y Saneamiento: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*. Obtenido de Instituto de la Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones*. Obtenido de Instituto de la Construcción y Gerencia: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Moncada Rincón, Y. E., Espitia Ramirez, J. A., & Valderrama Padilla, A. A. (2018). *Prefactibilidad de una Recicladora y Procesadora de Residuos de Construcción y Demoliciones en Concreto como Nueva Línea de Negocio para la Compañía Gama*. Bogota. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/8218>
- Nihon Kasetsu. (17 de Noviembre de 2017). *El Vertido de Aguas Residuales de Construcción a Efluentes Públicos*. Obtenido de Nihon Kasetsu: [www.nihonkasetu.com](http://www.nihonkasetu.com)
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de Gobierno del Perú: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwivgMDVnuzrAhUqHrkGHfVnCzgQFjALegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.oefa.gob.pe%2F%3Fwpfb\\_dl%3D7827&usg=AOvVaw3IRJYT3\\_YX5AgFioTIH5zs](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwivgMDVnuzrAhUqHrkGHfVnCzgQFjALegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.oefa.gob.pe%2F%3Fwpfb_dl%3D7827&usg=AOvVaw3IRJYT3_YX5AgFioTIH5zs)
- Orihuela, P., Pacheco, S., & Quiroz, F. (2019). *Construcción Integral Boletín #21*. Obtenido de Aceros Arequipa: <https://www.acerosarequipa.com/boletines/construccion-integral/boletintecnico21.pdf>
- Palomino, J., Hennings, J., & Echevarría, V. (2017). Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú. *Quipukamayoc*, 2.
- Paredes Ceballos, M. Y., Uribe Villamil, L. F., & Rosales Paredes, V. F. (2019). *Manual de Impacto Ambiental*. Ediciones de la U. Obtenido de [https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/127100?as\\_all=impacto\\_\\_ambiental&as\\_all\\_op=unaccent\\_\\_icontains&as\\_edition\\_year=2014,2020&as\\_edition\\_year\\_op=range&prev=as](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/127100?as_all=impacto__ambiental&as_all_op=unaccent__icontains&as_edition_year=2014,2020&as_edition_year_op=range&prev=as)
- Pérez Arévalo, J. J. (2015). *Manejo Sostenible de los Residuos Generados en las Actividades de Construcción y Demolición de Edificaciones [Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil]*. Obtenido de Repositorio Institucional de UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8643>

- Prelima. (30 de Agosto de 2017). *Manual Técnico*. Obtenido de Prelima:  
[https://www.prelima.com/catalogos/catalogo\\_18/](https://www.prelima.com/catalogos/catalogo_18/)
- Presidencia del Consejo de Ministros - PCM. (2003). *Decreto Supremo N° 085-2003-PCM*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-estandares-nacionales-calidad-ambiental-ruido>
- Presidencia del Consejo de Ministros - PCM. (2013). *Decreto Supremo que Modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, Aprobado por Decreto Supremo Decreto Supremo N° 003-2013-Vivienda*. Obtenido de Diario El Peruano:  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-modifica-el-reglamento-para-la-gestion-y-decreto-supremo-n-019-2016-vivienda-1444264-1/>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2018). *Lineamientos de la Política de RCD en Bogotá D.C.* Obtenido de  
<http://www.ambientebogota.gov.co/es/web/escombros/resolucion>
- Sistema de Información Ambiental Local. (2016). *Relación de EPS-RS y EC-RS Registradas en DIGESA en la Provincia de Trujillo al 13 de Junio de 2016*. Obtenido de SIAL Trujillo: <http://sial.segat.gob.pe/documentos/relacion-eps-rs-ec-rs-registradas-digesa-provincia-trujillo-13-junio>
- Somos CChC. (Enero de 2020). *Gestión de Residuos para mejorar la productividad en la empresa*. Obtenido de ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/338410066\\_Gestion\\_de\\_Residuos\\_para\\_mejorar\\_la\\_productividad\\_en\\_la\\_empresa](https://www.researchgate.net/publication/338410066_Gestion_de_Residuos_para_mejorar_la_productividad_en_la_empresa)
- Soriano Parra, L., Ruiz Rivera, M. E., & Ruiz Lizama, E. (2015). Criterios de Evaluación de Impacto Ambiental en el Sector Minero Industrial Data, Vol. 18, núm 2, Julio-Diciembre. *Industrial Data*, 99-112.
- Tensocret. (2020). *Catálogo Tensocret*. Obtenido de TENSOCREET:  
<https://www.tensocret.cl/>
- Valenzuela Rosas, R. N. (2018). *Evaluación de Sistemas Constructivos para Edificios de Mediana Altura con Elementos de Hormigón Prefabricado [Tesis de*

*Pregrado, Universidad de Chile*]. Obtenido de Repositorio Académico de la Universidad de Chile: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/169982>

Vélez Aspiazu, E. E., & Coello Espinoza, L. E. (2017). Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil. *Dominio de las Ciencias*, 5.

Zapatero Campos, J. A. (2010). *Fundamentos de Investigación para Estudiantes de Ingeniería [Versión PDF]*. Tercer Escalón. Obtenido de [https://www.academia.edu/41146186/Fundamentos\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_para\\_estudiantes\\_de\\_ingenier%C3%ADa](https://www.academia.edu/41146186/Fundamentos_de_Investigaci%C3%B3n_para_estudiantes_de_ingenier%C3%ADa)

# ANEXOS

## Anexo 1: Matriz de Consistencia

LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y EL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA.							
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	X: Variable Independiente	D1-X	I1-X	Tipología	Nivel
¿En que medida los sistemas constructivos generan impactos ambientales en las obras de infraestructura?	Analizar las actividades de los sistemas constructivos con la finalidad de determinar el impacto ambiental a través de herramientas ambientales	El análisis de las actividades de los sistemas constructivos permiten determinar el impacto ambiental.	X: sistemas constructivos	X1: Sistema constructivo Convencional X2: Sistema constructivo prefabricado	X11: Actividades del sistema constructivo convencional X21: Actividades del sistema constructivo prefabricado. (ACEDIM, PRELIMA y TENSOCRET)	La investigación es de tipo aplicada debido a que partiremos de un marco conceptual existente, extraída de artículos científicos y tesis presentadas, el cual nos permitirá cuantificar el desarrollo e identificar el nivel de impacto ambiental negativo de una manera cualitativa.	Teniendo en cuenta que la presente investigación es cuantitativa, la presente investigación tiene un nivel correlacional. Este tipo de estudio tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Y: Variable Dependiente	D2-Y	I2-Y	Enfoque	Diseño
¿En que medida el sistema constructivo convencional genera impactos sobre el Sistema Biofísico en las obras de infraestructura?	Analizar las actividades del sistema constructivo convencional para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema Biofísico.	El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional, permiten determinar los efectos en el Sistema Biofísico.	Y: Impacto Ambiental	Y1: Sistema Biofísico Y2: Sistema socio-económico	Y11: Suelo Y12: Aire Y13: Agua Y14: Flora Y15: Fauna Y16: Paisaje  Y21: Territorial Y22: Demográfico Y23: Económico Y24: Social	Para el cumplimiento del objetivo planteado en la presente investigación, partiremos de una calificación cuantitativa de la interacción de los impactos generados por las actividades de los sistemas constructivos, en cada uno de los factores ambientales. Y posteriormente, se hará una valoración cualitativa (Significación) en función de los rangos propuestos por el método a usar.	Según Hernández Sampieri et al. (2014). Por no ser una investigación en donde se puedan manipular las variables deliberadamente para observar sus consecuencias, sino más bien, se observarán situaciones ya existentes debido al uso de sistemas tradicionales y prefabricados en obras de infraestructura. Además, de su impacto ambiental generado. Por otro lado, también hablamos de una investigación transversal. Puesto que, es un estudio en el que se mide a las variables una sola vez y con la información se hace un análisis, estas pueden ser exploratorios, descriptivos, explicativos o correlacionales
¿En que medida el sistema constructivo convencional genera impactos sobre el Sistema socio-económico en las obras de infraestructura?	Analizar las actividades del sistema constructivo convencional para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema socio-económico.	El análisis de las actividades del sistema constructivo convencional, permiten determinar los efectos en el Sistema socio-económico.					
¿En que medida el sistema constructivo prefabricado genera impactos sobre el Sistema Biofísico en las obras de infraestructura?	Analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema Biofísico.	El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado, permiten determinar los efectos en el Sistema Biofísico.					
¿En que medida el sistema constructivo prefabricado genera impactos sobre el Sistema socio-económico en las obras de infraestructura?	Analizar las actividades del sistema constructivo prefabricado para determinar la significancia de sus efectos sobre el Sistema socio-económico.	El análisis de las actividades del sistema constructivo prefabricado, permiten determinar los efectos en el Sistema socio-económico					
						<b>Población y Muestra</b> La población de estudio de la presente investigación consta de todas las obras de infraestructura de la empresa Inarco Perú sac, los cuales se ejecutaron en el año 2019. El diseño muestral corresponde a 7 edificios de 2 niveles como máximo de la obra Centro de Distribución Mollitalia – Lurín ejecutada en el año 2019.	<b>Instrumento</b> Presupuesto de Obra APUS Especificaciones técnicas  Matriz de identificación de impactos  Matriz de Leopold (Valoración de del impacto ambiental)
						<b>Procedimiento</b> - Identificación y análisis de actividades de sistemas constructivos  - Calificación de impactos ambientales  - Valoración de Significación de impactos ambientales  - análisis de Resultados	

Anexo 2: Partidas Generales

DESCRIPCION	UND
<b>ESTRUCTURAS</b>	
<b>CENTRO DE DISTRIBUCION</b>	
Movimiento de Tierras	
Excavaciones	
Excavación para cimientos c/equipo en terreno arenoso, hasta 1.5m.	m3
Excavación para cimientos c/equipo en terreno arenoso, hasta 1.5m.	m3
Excavación para cimientos c/equipo en terreno arenoso, hasta 2.0m.	m3
Refine y Nivelación	
Refine, nivelación y compactación en terreno arenoso c/ plancha compactadora de 7 HP, p/cimentacion	m2
Rellenos	
Relleno compactado con plancha compactadora de 5.8 HP, con material propio	m3
Sub Base granular p/pavimentos e=0.20m c/equipo	m2
Eliminación de material	
Eliminación de material excedente con equipo; botadero d=10km	m3
Obras de Concreto Simple	
Solados	
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, f'c=100 kg/cm2 para solado	m2
Cimientos corridos	
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, f'c=100 kg/cm2 + 30% de P.G	m3
Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Sobrecimiento simple	

Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=175$ kg/cm2 + 25% de P.M	m3
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Obras de Concreto Armado	
Zapatas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=280$ kg/cm2	m3
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Placas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en placas	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Muro de contencion	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en muros de contención con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Junta de dilatación c/poliestireno expandido $e=1"$ , $e=0.15m$	ml
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Columnas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en columnas con andamio $h=11.20m$	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=280$ kg/cm2	m3
Junta de dilatación c/poliestireno expandido $e=1"$ , $e=0.15m$	ml

Pintado con emulsion asfaltica	m2
Columnetas	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg
Encofrado y desencofrado normal en columnas con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3
Junta de dilatación c/poliestireno expandido e=1", e=0.15m	ml
Conector de 5/8" columna - viga (según diseño), incluye manguito de tubo de 2 3/4" de PVC-SAL, L=0.325 m	und
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Vigas	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg
Encofrado y desencofrado normal en vigas con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3
Vigas Soleras	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg
Encofrado y desencofrado normal en vigas con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3
Junta de dilatación c/poliestireno expandido e=1", e=0.15m	ml
Conector de 5/8" columna - viga (según diseño), incluye manguito de tubo de 2 3/4" de PVC-SAL, L=0.325 m	und
Losa Aligerada en un sentido	
Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg
Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada con andamio	m2
Ladrillo de arcilla para losa aligerada 15x30x30cm	und
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	m3
Losas de Piso Industrial (inc. en partidas complementarias)	

Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg
Encofrado y desencofrado normal en losa de piso	m <sup>2</sup>
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>
Junta de dilatación c/poliestireno expandido $e=1"$ , $e=0.15\text{m}$	ml
Junta de construcción (JC)	ml
Junta de control (JCo)	ml
Junta de borde (JB)	ml
Acero Estructural (inc. en partidas complementarias)	
Techo	
Suministro, Fabricación y Montaje acero estructural liviano < 17 lb/pie, perfiles y viguetas para cobertura	ton
Suministro, Fabricación y Montaje acero estructural liviano < 17 lb/pie, arriostres de viguetas	ton
Pintura de acero estructural, incluye arenado comercial, pintura epoxica anticorrosiva y esmalte	m <sup>2</sup>
Transporte de Estructura Metálica (planta a obra)	ton
Soporte de cerramientos	
Suministro, Fabricación y Montaje acero estructural liviano < 17 lb/pie, soporte de cerramientos	ton
Pintura de acero estructural, incluye arenado comercial, pintura epoxica anticorrosiva y esmalte	m <sup>2</sup>
Transporte de Estructura Metálica (planta a obra)	ton
Escalera metálica	
Suministro, Fabricación y Montaje acero estructural liviano < 17 lb/pie, escalera metálica	ton
Pintura de acero estructural, incluye arenado comercial, pintura epoxica anticorrosiva y esmalte	m <sup>2</sup>
Transporte de Estructura Metálica (planta a obra)	ton
<b>EDIFICIO DE OPERACIONES</b>	
Movimiento de Tierras	
Excavaciones	
Excavación para cimientos c/equipo en terreno arenoso, hasta 1.5m.	m <sup>3</sup>

Excavación para cimientos c/equipo en terreno arenoso, hasta 2.0m.	m3
Refine y Nivelación	
Refine, nivelación y compactación en terreno arenoso c/ plancha compactadora de 7 HP, p/cimentacion	m2
Rellenos	
Relleno compactado con plancha compactadora de 5.8 HP, con material propio	m3
Eliminación de material	
Eliminación de material excedente con equipo; botadero d=10km	m3
Obras de Concreto Simple	
Solados	

Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=100$ kg/cm2 para solado	m2
Cimientos corridos	
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=100$ kg/cm2 + 30% de P.G	m3
Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Sobrecimiento simple	
Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=175$ kg/cm2 + 25% de P.M	m3
Pintado con emulsion asfaltica	m2
Falsos Pisos	
Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'c=175$ kg/cm2	m3
Obras de Concreto Armado	
Zapatatas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en cimientos	m2

Concreto premezclado slump 3" - 4" con cemento tipo I, $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Pintado con emulsion asfaltica	m <sup>2</sup>
Placas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg
Encofrado y desencofrado normal en placas	m <sup>2</sup>
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Pintado con emulsion asfaltica	m <sup>2</sup>
Columnas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg
Encofrado y desencofrado normal en columnas con andamio	m <sup>2</sup>
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Pintado con emulsion asfaltica	m <sup>2</sup>
Columnetas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg
Encofrado y desencofrado normal en columnas con andamio	m <sup>2</sup>
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Junta de dilatación c/poliestireno expandido e=1", e=0.15m	ml
Conector de 5/8" columna - viga (según diseño), incluye manguito de tubo de 2 3/4" de PVC-SAL, L=0.325 m	und
Pintado con emulsion asfaltica	m <sup>2</sup>
Vigas	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg
Encofrado y desencofrado normal en vigas con andamio	m <sup>2</sup>
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Vigas Soleras	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup>	kg

Encofrado y desencofrado normal en vigas con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Junta de dilatación c/poliestireno expandido e=1", e=0.15m	ml
Conector de 5/8" columna - viga (según diseño), incluye manguito de tubo de 2 3/4" de PVC-SAL, L=0.325 m	und
Losas Aligeradas en un sentido (e=0.20m)	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada con andamio	m2
Ladrillo de arcilla para losa aligerada 15x30x30cm	und
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Sobrelosa (e=0.05m)	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en losa aligerada con andamio	m2
Junta de dilatación c/poliestireno expandido e=1", e=0.15m	ml
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Escaleras	
Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm2	kg
Encofrado y desencofrado normal en escaleras con andamio	m2
Concreto premezclado slump 4" - 6" con cemento tipo I, $f'c=210$ kg/cm2	m3
Pintado con emulsion asfaltica	m2

[https://www.academia.edu/37028842/Costos\\_y\\_presupuestos\\_en\\_edificacion\\_capeco\\_](https://www.academia.edu/37028842/Costos_y_presupuestos_en_edificacion_capeco_)

Anexo 3: Formato de Matriz para Calificación de Impactos Ambientales

FACTORES AMBIENTALES				ACTIVIDADES DE OBRA																																						
				EXCAVACIONES MANUALES												HABILITACIÓN DE MADERA												COLOCACIÓN DE MADERA														
SISTEMA	MEDIO	ELEMENTO	FACTOR	II	E	M	P	R	S	A	E	P	M	S	II	E	M	P	R	S	A	E	P	M	S	II	E	M	P	R	S	A	E	P	M	S						
BIOFISICO	ABIÓTICO (FÍSICO)	AIRE	Material Particulado	0	0										0	0																				0	0					
			Gases y nivel de emisiones	0	0												0	0																				0	0			
		AGUA	Calidad del agua superficial	0	0												0	0																					0	0		
			Calidad del agua subterránea	0	0												0	0																					0	0		
		SUELO	Contaminación por residuos sólidos	0	0	-2	-1	-4	-1	-1	-2	-1	-4	-2	-2	-25	-D																						0	0		
			Contaminación por líquidos tóxicos	0	0												0	0																					0	0		
			Capacidad productiva del suelo	0	0												0	0	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-4	-1	-4	-1	-17	-D										0	0	
			Suceptibilidad a la erosión	-4	-1	-4	-1	-1	-1	-4	-1	-1	-28	-D			0	0																						0	0	
	GRADO DE COMPACTACIÓN	Grado de compactación	-1	-1	-4	-1	-1	-2	-1	-4	-1	-2	-21	-D																									0	0		
																																							0	0		
	BIÓTICO	FLORA	Cobertura Vegetal	-12	-1	-4	-4	-4	-1	-1	-4	-8	-68	-D																									0	0		
			Regeneración vegetal	-8	-1	-4	-4	-4	-1	-1	-4	-8	-56	-D																										0	0	
		FAUNA	Fauna Aérea													0	0																							0	0	
			Habitát de Fauna Aérea													0	0																							0	0	
			Fauna Terrestre	-2	-1	-4	-4	-4	-2	-1	-4	-1	-2	-30	-D																										0	0
			Habitát de Fauna Terrestre	-8	-1	-4	-4	-4	-1	-1	-4	-8	-56	-D	-2	-1	-3	-1	-1	-2	-1	-4	-2	-1	-23	-D	-3	-2	-4	-1	-1	-2	-1	-4	-2	-1	-29	-D			0	0
PERCEPTUAL	PAISAJE	Calidad Escénica	-3	-2	-3	-2	-2	-1	-1	-4	-2	-4	-32	-D																									0	0		
		Vibraciones													0	0																							0	0		
		Niveles sonoros	-1	-1	-4	-1	-1	-1	-1	-4	-1	-1	-19	-D	-1	-1	-4	-1	-1	-2	-1	-4	-1	-1	-20	-D	-2	-1	-4	-1	-1	-2	-1	-4	-1	-1	-23	-D			0	0
SOCIO-ECONÓMICO	TERRITORIAL	RED VIARIA	Tráfico pesado											0	0																							0	0			
			Riesgo de Accidentes													0	0																						0	0		
	DEMOGRÁFICO	USO DEL SUELO	Ocupación para Construcción											0	0																								0	0		
			POBLACIÓN ACTIVA	Incremento de Empleo	4	2	4	1	1	4	1	4	2	2	35	+D	4	1	4	1	1	4	1	4	2	2	33	+D											0	0		
	ECONÓMICO	RELACIONES ECONÓMICAS	Salud y seguridad de la población											0	0																							0	0			
			Incidencias sobre Comercios e Industrias	1	1	4	1	1	2	1	1	2	1	18	+I	2	1	4	1	1	2	1	1	2	1	21	+I	2	2	4	1	1	2	1	1	2	1	23	+I			0
	SOCIAL	POBLACIONES	Bienestar Social											0	0																								0	0		
			Movilidad y Transporte	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I			0
URBANO	ACCESIBILIDAD		2	2	4	1	1	2	4	1	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I			0	0	
			2	2	4	1	1	2	4	1	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I	2	2	4	1	1	2	4	1	2	2	27	+I			0	0	

## Anexo 4: Sistemas Constructivos no Convencionales Vigentes en Perú

### Sistemas Constructivos No Convencionales

SCNC APROBADOS			
001	FASTECHOS	050	ESMAVIO I
002	UNICRETO	051	CASAS CALIFORNIA
003	INGECON	052	ESTRUCTURAS E.F.E.
004	LISTOS	053	M.R.2
005	COPREL	054	SISTEMA DE ENCOFRADO CONTECH
006	ING. EDUARDO YUONG BAZO S.A	055	UNIMODUL
007	STALTON	056	PANELES TUBULARES
008	SHELLEY	057	LA REYNA
009	OUTINORD	058	JENFRAN
010	TRACORA	059	NO-FINES
011	PREKAR	060	CASERAS COSAPI
012	E-B	061	COMPONENTES ARMADOS S.A
013	PUCARA	062	LINDAL S.A
014	ISOC	063	CONSTRUCCION MODULAR ABC
015	EMMSA	064	QUINCHA PREFABRICADA *
016	EMSA	065	CONCREMADERA
017	CIMSA	066	HAMSA
018	B-R-I	067	TECHOS PRELOSA
019	PERCA-HUASI	068	CONSTRUCCIONES ASISMICA DE VIVENDA (C.A.V.)
020	B-R-2	069	CASA INMEDIATA
021	SIMPLEX CEPOL	070	SISTEMA FORTE
022	CASAS ASTRO	071	SISTEMA TECHOSET
023	METALOSA	072	REDI
024	GAL	073	CANACRETO
025	BENAVIDES Y COSTA	074	DURABO
026	DURACRET	075	PANEL CAST
027	BINISHELLS	076	VIGUETAS PRETENSADAS FIRTH Y SU AMPLIACIÓN
028	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN MADERA CMS	077	SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO ETERNIT
029	LISTOS LIMANOS	078	SIDERCASA
030	DICKER STACKE-SACK INTERNACIONAL	079	COFESUD
031	MURACRET	080	WALLTECH
032	D.F.C.	081	CIUDAD DE DIOS
033	LOS ARRAYANES	082	EMMEDUE (M2)
034	SABER	083	SUPER WALL
035	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA VIVIENDAS CON PANELES DE ASBESTO-CEMENTO TIPO ACM	084	VIVENDO BIEN
036	FUNDACION PERUANA PARA EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS (F.P.D.P.)	085	EVG-3D Y SU AMPLIACIÓN
037	PORTICOS MODULADOS	086	LLAXTA
038	SISTEMA DE ENCOFRADO MONOLIT PG.001	087	TIKA BLOCKS
039	CERAMICRETO	088	NEXCOM
040	IMAXA	089	ALITEC
041	SERP	090	ISOLFORG
042	VIGUETAS PREFABRICADAS MARS	091	VIGACERO
043	PREFAMET	092	TECNO FAST
044	ARMO	093	VIVIENDAS PREFABRICADAS PRELIMA
045	SISTEMAS AVANZADOS DE CONSTRUCCION (S.A.C.)	094	PRELOSAS PREFABRICADAS PRELIMA
046	MODULOS ESTABILIZADOS	095	SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO ETERNIT
047	FIBRACRETO	096	SISTEMA BETONDECKEN
048	PREFABRICADOS TAPESA	097	SISTEMA CONSTRUCTIVO RBS AZEMBLA
049	SISTEMA FULL-PANEL MEJORAS EN PANELES CONTRAPLADOS		

     SCNC VIGENTES

Anexo 5: Fotos de Sistema Prefabricado Tensocret (Chile)

