

---

# **COSTOS DE CONSTRUCCION PESADA**

*VOLUMEN 1*

---

*Por el Ing. Leopoldo Varela Alonso<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de México, Especialista en Ingeniería de Costos certificado por el International Cost Engineering Council. Diplomado en Dirección de Empresas del IPADE. Con experiencia en 7 países americanos. Autor de las publicaciones Ingeniería de Costos – Teoría y Práctica en Construcción, Costos de: Edificaciones, Industrial, Por Metro Cuadrado y Legislación de Obra Pública. Director de INTERCOST S.A. de C.V.

---

## COSTOS DE CONSTRUCCION PESADA

### Volumen 1

#### INDICE GENERAL

<b>INDICE ALFABETICO POR TEMA DE TABLAS, CUADROS Y GRAF</b>	<b>9</b>
<b>1 INGENIERIA DE COSTOS</b> .....	<b>11</b>
<b>1.1 COSTO Y PRECIO, CONCEPTOS FUNDAMENTALES</b> .....	<b>11</b>
<b>1.2 COSTOS DIRECTOS</b> .....	<b>13</b>
1.2.1 MANO DE OBRA .....	13
1.2.2 COSTO REAL DE LA MANO DE OBRA.....	14
1.2.3 MATERIALES .....	16
1.2.4 MAQUINARIA Y EQUIPO .....	18
1.2.5 HERRAMIENTA .....	32
1.2.6 EQUIPO DE SEGURIDAD (NORMA 5.4.5) .....	32
1.2.7 INSTALACIONES Y TRABAJOS ESPECIFICOS .....	33
1.2.8 COSTOS AUXILIARES .....	33
<b>2 MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCION</b> .....	<b>35</b>
<b>2.1 GENERALIDADES</b> .....	<b>35</b>
<b>2.2 RENDIMIENTOS DE EQUIPO</b> .....	<b>36</b>
2.2.1 METODO GENERAL .....	37
2.2.2 PRODUCCION POR CICLO .....	37
2.2.3 NUMERO DE CICLOS POR HORA .....	37
2.2.4 FACTORES DE EFICIENCIA .....	38
<b>2.3 ANALISIS CON PLANTILLA Y EQUIPO PARADO</b> .....	<b>45</b>
<b>2.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES EN RENDIMIENTO</b> .....	<b>46</b>
<b>2.5 TRACTORES</b> .....	<b>48</b>
2.5.1 TRACTORES SOBRE ORUGAS .....	48
2.5.2 RENDIMIENTOS DE LOS TRACTORES .....	50
<b>2.6 COMPACTADORES</b> .....	<b>56</b>
2.6.1 RENDIMIENTO DE LOS COMPACTADORES .....	56
<b>2.7 EXCAVADORAS</b> .....	<b>63</b>
2.7.1 RENDIMIENTOS DE EXCAVADORAS .....	63
2.7.2 METODO DE FACTORES DE EFICIENCIA .....	63
2.7.3 METODO DE TIEMPOS DE CICLO .....	63
<b>2.8 VOLADURAS</b> .....	<b>69</b>
2.8.1 EQUIPOS DE PERFORACION .....	71
2.8.2 EQUIPOS PERFORADORES .....	74
2.8.3 PIERNAS DE AIRE .....	74
2.8.4 PERFORADORAS DE VAGON .....	75
2.8.5 BROCAS Y BARRAS .....	75
2.8.6 EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS .....	77

<b>2.9 COMPRESORES .....</b>	<b>79</b>
2.9.1 COMPRESORES EN GENERAL .....	79
2.9.2 COMPRESORES DE AIRE PORTATILES .....	79
2.10.1 RENDIMIENTO DE CARGADORES .....	81
2.10.2 TABLAS DE RENDIMIENTOS .....	82
2.10.3 ACARREO CON CARGADORES .....	83
2.10.4 EJEMPLOS DE APLICACION .....	83
<b>2.11 MOTONIVELADORAS .....</b>	<b>88</b>
<b>2.12 MOTOESCREPAS .....</b>	<b>91</b>
2.12.1 PRODUCCION HORARIA DE MOTOESCREPAS .....	92
2.12.2 MARCAS, TIPOS Y TAMAÑOS DE MOTOESCREPAS ..	94
<b>2.13 DRAGAS TERRESTRES .....</b>	<b>96</b>
2.13.1 DRAGAS GRUAS CONVERTIBLES SOBRE ORUGA .....	96
2.13.2 RENDIMIENTOS DE DRAGAS DE ARRASTRE .....	96
2.13.3 MODELOS DE GRUAS - PALAS MECANICAS .....	97
2.13.4 DRAGAS VS RETROEXCAVADORAS .....	98
<b>2.14 GRUAS .....</b>	<b>100</b>
2.14.1 GRUAS MONTADAS SOBRE ORUGAS .....	100
2.14.2 GRUAS MOVILES .....	100
2.14.3 GRUAS MONTADAS SOBRE TRACTO - CAMION .....	100
2.14.4 GRUAS AUTOPROPULSADAS .....	101
2.14.5 GRUAS PORTEADAS EN CAMION .....	102
2.14.6 GRUAS TORRE .....	102
<b>2.15 CAMIONES DE VOLTEO .....</b>	<b>103</b>
2.15.1 CAMIONES DE VOLTEO ESTANDAR .....	103
2.15.2 CAMIONES DE VOLTEO FUERA DE CARRETERA .....	104
2.15.3 MODELOS DE CAMIONES DE VOLTEO FUERA CARR	104
2.15.4 CAMIONES DE VOLTEO ARTICULADOS .....	105
2.15.5 COMPENSACION DE CARGADORES Y VOLTEOS .....	106
<b>2.16 EQUIPOS PARA ASFALTO .....</b>	<b>109</b>
2.16.1 PAVIMENTADORAS ASFALTICAS (FINISHERS) .....	109
2.16.2 RODILLOS DE APLICACION AAFALTICA .....	112
2.16.3 PETROLIZADORAS .....	113
2.16.4 PLANTAS DE ASFALTO .....	115
<b>2.17 EQUIPOS PARA CONCRETO HIDRAULICO .....</b>	<b>116</b>
2.17.1 REVOLVEDORAS DE CONCRETO HIDRAULICO .....	116
2.17.2 PAVIMENTADORAS DE CONCRETO HIDRAULICO .....	117
<b>2.2 PRODUCCION DE AGREGADOS .....</b>	<b>119</b>
2.18.1 TRITURADORAS DE QUIJADA .....	119
2.18.2 TRITURADORAS DE CONO .....	120
<b>2.2 TIENDE TUBOS .....</b>	<b>122</b>
<b>2.20 DRAGADO FLUVIO MARITIMO .....</b>	<b>125</b>
<b>2.21 MARTILLOS Y ROMPEDORAS .....</b>	<b>126</b>
<b>2.22 ESTABILIZADORAS Y RECUPERADORAS .....</b>	<b>132</b>
<b>2.23 ZANJADORAS .....</b>	<b>138</b>
<b>2.24 BARRENADORAS DIRECCIONALES .....</b>	<b>141</b>

**COSTOS DE CONSTRUCCION PESADA**  
Volumen 1

**INDICE ALFABETICO POR TEMA DE TABLAS, CUADROS Y GRAFICAS**

TEMA	DESCRIPCION		Pag
AGARRE	COEFICIENTE DE AGARRE POR DESPLAZAMIENTO Y SUPERFICIE	Cuadro 10	<b>43</b>
ALCANCE	FACTOR DE ALCANCE (k)	Cuadro 7	<b>41</b>
BARRENADORAS	BARRENADORAS DIRECCIONALES	Tabla 58	<b>141</b>
CAMINO	FACTOR DE CAMINO (r)	Cuadro 9	<b>42</b>
CAMIONES	TIEMPOS Y VELOCIDADES DE CAMIONES MARCA CATERPILLAR	Cuadro 27	<b>104</b>
CAMIONES	CAMIONES DE VOLTEO FUERA DE CARRETERA - RIGIDOS	Tabla 36	<b>105</b>
CAMIONES	CAMIONES DE VOLTEO FUERA DE CARRETERA - ARTICULADOS	Tabla 37	<b>106</b>
CARGADORES	CAPACIDAD DE RETRO - CARGADORES	Tabla 17	<b>68</b>
CARGADORES	AFECTACION TIEMPO EN CARGADORES SEGUN CONDICIONES	Cuadro 20	<b>81</b>
CARGADORES	RENDIMIENTOS DE CARGADORES	Tabla 24	<b>82</b>
CARGADORES	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE CARGADORES	Cuadro 21	<b>83</b>
CARGADORES	CARGADORES SOBRE CADENAS	Tabla 25	<b>84</b>
CARGADORES	CARGADORES SOBRE NEUMATICOS 1 de 2	Tabla 26	<b>85</b>
CARGADORES	CARGADORES SOBRE NEUMATICOS 2 de 2	Tabla 26	<b>86</b>
CARGADORES	MINI - CARGADORES FRONTALES SOBRE NEUMATICOS	Tabla 27	<b>87</b>
CEMENTO	CANTIDAD DE CEMENTO EN CONCRETO	Cuadro 2	<b>18</b>
COMPACTACION	VELOCIDAD Y PASADAS PARA PRUEBAS PROCTOR	Cuadro 11	<b>57</b>
COMPACTACION	NUMERO MINIMO DE PASADAS Y ESPESOR DE CAPA MAXIMA	Tabla 12	<b>62</b>
COMPACTACION	ADICION O BONIFICACION DE CICLOS SEGUN PESO DEL EQUIPO	Cuadro 12	<b>64</b>
COMPACTADORES	COMPACTADORES DIVERSOS	Tabla 9	<b>58</b>
COMPACTADORES	COMPACTADORES PEQUEÑOS	Tabla 10	<b>59</b>
COMPACTADORES	COMPACTADORES DYNAPAC 1 de 2	Tabla 11	<b>60</b>
COMPACTADORES	COMPACTADORES DYNAPAC 2 de 2	Tabla 11	<b>61</b>
COMPRESORES	CAPACIDAD DE COMPRESORES	Tabla 22	<b>79</b>
COMPRESORES	COMPRESORES DE AIRE PORTATILES	Tabla 23	<b>80</b>
CONCRETO	EQUIPOS PARA CONCRETO HIDRAULICO	Cuadro 30	<b>116</b>
CONCRETO	CICLOS Y RENDIMIENTOS PARA REVOLVEDORAS DE CONCRETO	Cuadro 31	<b>116</b>
CONCRETO	CAPACIDAD Y POTENCIA DE REVOLVEDORAS DE CONCRETO	Cuadro 32	<b>117</b>
CONCRETO	CARACTERISTICAS DE PAVIMENTADORAS DE CONCRETO HID.	Cuadro 33	<b>117</b>
CONCRETO	PAVIMENTADORAS DE CONCRETO HIDRAULICO	Tabla 43	<b>118</b>
DRAGADO	EQUIPO PARA DRAGADOEN PRESENCIA DE AGUA	Tabla 45	<b>125</b>
DRAGAS	AFECTACION DE TIEMPOS EN DRAGAS SEGUN PROF. Y GIRO	Cuadro 26	<b>96</b>
DRAGAS	CICLOS Y RENDIMIENTOS PARA DRAGAS DE ARRASTRE	Tabla 30	<b>97</b>
DRAGAS	DRAGAS - GRUAS DE CELOSIA SOBRE ORUGA	Tabla 31	<b>98</b>
EXCAVACION	VARIABILIDAD DEL RENDIMIENTO EN EXCAVACION	Tabla 14	<b>65</b>
EXCAVADORAS	EXCAVADORAS RENDIMIENTOS Y CICLOS	Tabla 13	<b>65</b>
EXCAVADORAS	EXCAVADORAS SOBRE CADENAS MARCA CATERPILLAR	Tabla 15	<b>66</b>
EXCAVADORAS	EXCAVADORAS SOBRE NEUMATICOS	Tabla 16	<b>67</b>
GRUAS	GRUAS SOBRE TRACTOCAMION ( GRUAS - MOBILES )	Tabla 32	<b>101</b>
GRUAS	GRUAS AUTOPROPULSADAS	Tabla 33	<b>101</b>
GRUAS	GRUAS PORTEADAS EN CAMION	Tabla 34	<b>102</b>
GRUAS	GRUAS TIPO TORRE	Tabla 35	<b>102</b>
LEVANTADORAS	LEVANTADORAS DE CAMELLON	Tabla 54	<b>137</b>
LLANTAS	VIDA UTIL DE LLANTAS PARA MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	Cuadro 4	<b>31</b>
MANO DE OBRA	FACTOR DE DIAS CALENDARIO A TRABAJADOS (FTC)	Cuadro 1	<b>15</b>
MANTENIMIENTO	FACTOR DE MANTENIMIENTO Q (AGC-MEX)	Tabla 5	<b>27</b>
MAQUINARIA	LLANTAS EN MAQUINARIA PARA CONSTRUCCION	Cuadro 3	<b>30</b>
MAQUINARIA	FACTOR DE EFICIENCIA Y TIEMPO EN MAQUINARIA	Cuadro 5	<b>39</b>
MARTILLOS	MARTILLOS HIDRAULICOS	Tabla 46	<b>127</b>
MARTILLOS	RENDIMIENTOS DE MARTILLOS EN ROCA A 50 cm	Gráfica 3	<b>130</b>
MARTILLOS	RENDIMIENTO DE MARTILLOS EN ROCA GRANDE	Gráfica 4	<b>131</b>
MATERIAL	ESTADOS DEL MATERIAL FACTOR (e)	Cuadro 6	<b>40</b>
MOTOESCREPAS	VELOCIDAD DE MOTOESCREPAS	Cuadro 23	<b>92</b>

MOTOESCREPAS	TIEMPOS FIJOS SEGUN OPERACION DE MOTOESCREPAS	Cuadro	24	<b>93</b>
MOTOESCREPAS	TIEMPO DE ACARREOS PARA MOTOESCREPAS	Cuadro	25	<b>94</b>
MOTOESCREPAS	MOTOESCREPAS	Tabla	29	<b>95</b>
MOTONIVELADORAS	VELOCIDAD DE MOTONIVELADORAS SEGUN ACTIVIDAD	Cuadro	22	<b>88</b>
MOTONIVELADORAS	CARACTERISTICAS DE MOTONIVELADORAS	Tabla	28	<b>89</b>
PAVIMENTOS	PAVIMENTADORAS ( FINISHERS )	Tabla	38	<b>111</b>
PAVIMENTOS	RENDIMIENTOS DE ENCARPETADOS CON PAVIMENTADORAS	Cuadro	28	<b>110</b>
PAVIMENTOS	VELOCIDAD DE PAVIMENTACION SEGUN SUPERFICIE DE RODAJE	Cuadro	29	<b>111</b>
PAVIMENTOS	PAVIMENTADORAS DE CONCRETO ASFALTICO	Tabla	39	<b>112</b>
PAVIMENTOS	PAVIMENTADORAS MARCA DYNAPAC	Tabla	40	<b>113</b>
PENDIENTE	FACTOR POR PENDIENTE DEL TERRENO (p)	Cuadro	8	<b>42</b>
PERFILADORAS	PERFILADORAS DE PAVIMENTOS	Tabla	50	<b>134</b>
PERFILADORAS	RENDIMIENTO DE PERFILADORAS	Tabla	52	<b>136</b>
PERFILADORAS	RECUPERADORAS - PERFILADORAS	Tabla	53	<b>137</b>
PETROLIZADORAS	CARACTERISTICAS DE PETROLIZADORAS	Tabla	41	<b>114</b>
PLANTAS	PLANTAS DE ASFALTO	Tabla	42	<b>115</b>
PRECIO UNITARIO	ELEMENTOS DEL ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO EN OBRA PESADA	Tabla	1	<b>12</b>
RECUPERADORAS	RECUPERADORAS - ESTABILIZADORAS	Tabla	51	<b>135</b>
RESCATE	VALORES DE RESCATE	Tabla	2	<b>22</b>
ROMPEDORAS	PRUEBAS DE ROMPEDORAS DE PISO	Cuadro	38	<b>126</b>
ROMPEDORAS	PRODUCCION DE ROMPEDORAS	Tabla	47	<b>128</b>
ROMPEDORAS	ROMPEDORAS MANUALES	Tabla	48	<b>129</b>
SUELOS	EQUIPO PARA ESTABILIZACION DE SUELOS	Tabla	49	<b>132</b>
TENDIDOS	DIAGRAMA PARA TENDIDO DE TUBERIA 1 de 2	Imagen	1	<b>123</b>
TENDIDOS	DIAGRAMA PARA TENDIDO DE TUBERIA 2 de 2	Imagen	1	<b>124</b>
TRACTORES	PROMEDIO DE HORAS TRABAJADAS AL AÑO EN TRACTORES	Tabla	4	<b>24</b>
TRACTORES	CARACTERISTICAS DE TRACTORES	Tabla	6	<b>51</b>
TRACTORES	RENDIMIENTOS DE TRACTORES MARCA CATERPILLAR	Tabla	7	<b>52</b>
TRACTORES	TRACTORES SOBRE CADENAS	Tabla	8	<b>53</b>
TRACTORES	GRAFICA DE RENDIMIENTO DE TRACTORES CATERPILLAR 1 de 2	Gráfica	1	<b>54</b>
TRACTORES	GRAFICA DE RENDIMIENTO DE TRACTORES CATERPILLAR 2 de 2	Gráfica	2	<b>55</b>
TRACTORES	TRACTORES TIENDE TUBOS	Tabla	44	<b>122</b>
TRITURACIONES	CARACTERISTICAS DE TRITURADORAS DE QUIJADAS	Cuadro	34	<b>119</b>
TRITURACIONES	PRODUCCION DE AGREGADOS CON TRITURADORAS	Cuadro	35	<b>120</b>
TRITURACIONES	TRITURADORAS DE CONO	Cuadro	36	<b>121</b>
TRITURACIONES	PRODUCCION DE TRITURADORAS	Cuadro	37	<b>121</b>
VIDA ECONOMICA	VIDA ECONOMICA TOTAL Y HORAS AL AÑO (AGC-MEX)	Tabla	3	<b>23</b>
VOLADURAS	PLANTILLAS DE BARRENACION Y COEFICIENTES DE VOLADURAS	Tabla	18	<b>70</b>
VOLADURAS	PORCENTAJE DE LLENADO DE BARRENOS	Cuadro	13	<b>71</b>
VOLADURAS	RENDIMIENTOS DE EQUIPO PARA BARRENACION	Cuadro	14	<b>72</b>
VOLADURAS	RENDIMIENTO DE PERFORADORAS SEGUN TIPO DE MATERIAL	Cuadro	15	<b>72</b>
VOLADURAS	DUREZA DE LA ROCA MEDIDA EN mohs	Cuadro	16	<b>73</b>
VOLADURAS	CARACTERISTICAS DE PERFORADORAS	Tabla	19	<b>74</b>
VOLADURAS	PIERNAS DE AIRE MARCA MONTARBERT	Tabla	20	<b>75</b>
VOLADURAS	VIDA UTIL DE BROCAS, BARRAS Y COPLES SEGUN TIPO DE ROCA	Cuadro	17	<b>76</b>
VOLADURAS	CONSUMO DE BARRAS SEGUN PROFUNDIDAD DE PERFORACION	Cuadro	18	<b>76</b>
VOLADURAS	VIDA UTIL DE ACERO DE BARRENACION	Cuadro	19	<b>77</b>
VOLADURAS	EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS MARCA ATLAS-ICI	Tabla	21	<b>78</b>
ZANJADORAS	ZANJADORAS	Tabla	55	<b>138</b>
ZANJADORAS	ZANJADORAS MARCA TESMEC	Tabla	56	<b>139</b>
ZANJADORAS	RENDIMIENTOS DE ZANJADORAS EN ROCA	Tabla	57	<b>139</b>

$$\text{CICLO (ORUGAS)} = 2.1 * \text{CUCHARON} + 23$$

En ambos casos, puede considerarse una variabilidad de +/- 10% como usual. El valor bajo puede aplicarse a la carga cruzada y el alto a la carga en "V".

### 2.10.2 - TABLAS DE RENDIMIENTOS

Utilizando el criterio general de este libro respecto al factor de eficiencia de 50% (como razonablemente conservador), las fórmulas quedarían como:

$$\text{PH (NEUMATICO)} = 3600 P * E / (2P + 26)$$

$$\text{PH (ORUGAS)} = 3600 P * E / (2.1 P + 23)$$

donde: 3600 (seg/h); P= cucharón (m3); E = eficiencia.

Tales rendimientos se refieren a un factor de eficiencia "estándar" de 50% y que casos específicos deben estudiarse en especial, particularmente si se trata de un concepto de obra relevante. Para la carga cruzada corresponden los valores de rendimiento alto, y para la carga en "V" los bajos.

Tabla 24 RENDIMIENTOS DE CARGADORES						
CAPACIDAD DEL CUCHARON m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )	SOBRE NEUMATICOS			SOBRE ORUGAS		
	BAJO	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO	ALTO
0.5	30	33	37	34	37	41
1	58	64	71	65	72	79
1.5	84	93	102	93	103	114
2	108	120	132	119	132	146
2.5	131	145	160	143	159	175
3	152	169	186	166	184	203
3.5	172	191	210	187	207	228
4	191	212	233	206	229	252
4.5	208	231	255	224	250	275
5	225	250	275	242	269	295
5.5	241	268	294	258	287	315

*Fuente de investigación propia.*