

# TESI DOCTORAL

## LA CONTRIBUCIÓ DE LA GESTIÓ D'OPERACIONS A LA SOSTENIBILITAT DE L'EMPRESA

---

Universitat Politècnica de Catalunya

Autora: Itziar Lujan Blanco  
Director : Dr. Jordi Fortuny i Santos  
Manresa, Octubre del 2017

# ÍNDIX

Índex de figures.....	6
Índex de taules.....	12
1. Introducció, objectius i hipòtesis de treball.....	18
1.1 Introducció .....	18
1.2 Objectius .....	19
1.3 Hipòtesis de treball.....	20
2. Marc de referència.....	24
2.1 El pensament lean .....	24
2.1.1 Orígens .....	24
2.1.2 Lean manufacturing.....	25
2.1.3 Eines lean manufacturing .....	28
2.1.3.1 Value stream mapping.....	29
2.1.3.2 Eina de les 5 S .....	31
2.1.3.3 SMED.....	35
2.1.3.4 KANBAN.....	37
2.1.3.5 KAIZEN .....	41
2.1.3.6 Just in time (JIT) .....	43
2.1.3.7 Manteniment total de la producció (TPM).....	45
2.1.3.8 Poka – Yoke .....	46
2.1.3.9 La dimensió humana del pensament lean .....	47
2.2. La sostenibilitat .....	49
2.2.1 La sostenibilitat o desenvolupament sostenible .....	49
2.2.2 Les tres dimensions del desenvolupament sostenible .....	50
2.2.3 Evolució dels conceptes mediambient i sostenibilitat.....	51
3. Estat de l'art .....	57
3.1 Revisió sistemàtica.....	57
3.2 Materials i mètodes .....	57
3.2.1 Identificació del camp d'estudi i del període a analitzar .....	57
3.2.2 Selecció de les fonts d'informació .....	59
3.2.3 Realització de la recerca.....	59
3.2.3 Gestió i depuració dels resultats.....	60
3.3 Resultat i discussió.....	60

3.3.1	Relació entre el lean management i el resultat empresarial .....	60
3.3.2	Relació entre sostenibilitat ambiental i el resultat empresarial .....	70
3.3.3	El model lean and green .....	87
3.3.4	Lean, sostenibilitat i rendibilitat .....	99
4.	Metodologia de la investigació. ....	106
4.1	Metodologia .....	106
4.2	International Manufacturing Strategy Survey VI.....	107
4.2.1	Estructura del qüestionari.....	110
4.2.2	Escales de valoració .....	110
4.3	La Mostra d'estudi .....	110
5.	Anàlisi estadística del comportament empresarial en l'àmbit Internacional.....	115
5.1	Les empreses de la mostra.....	115
5.1.1	Definició de les empreses lean .....	116
5.1.2	Avaluació de la fiabilitat i validesa de l'escala .....	123
5.2	La producció lean i el rendiment operacional. ....	124
5.2.1	Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment operacional en empreses no lean. .....	125
5.2.2	Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses no lean. ....	133
5.2.3	Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses no lean.....	135
5.2.4	Anàlisi de les variables del rendiment operacional en empreses lean.....	136
5.2.4	Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses lean. ....	144
5.2.5	Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses lean.....	145
5.2.6	Anàlisi de les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades. ...	146
5.2.7	Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses lean avançades. ....	153
5.2.8	Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades. ....	154
5.2.9	Comparació de les variables maduresa lean global en els tres casos, empreses no lean, lean i lean avançades. ....	155
5.2.10	Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no lean, lean i lean avançades.....	156
5.3	La producció lean i el rendiment empresarial. ....	166
5.3.1	Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses no lean. .....	166

5.3.2 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses no lean. ....	171
5.3.3 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses no lean.....	172
5.3.4 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses lean..	172
5.3.5 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses lean. ....	176
5.3.6 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses lean.....	177
5.3.7 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. ....	178
5.3.8 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses lean avançades.....	182
5.3.9 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. ....	183
5.3.10 Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no lean, lean i lean avançades.....	183
5.4 La producció lean i la gestió mediambiental.....	189
5.4.1 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses no lean. ....	190
5.4.2 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses no lean. ....	193
5.4.3 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses no lean. ....	194
5.4.4 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean. .	195
5.4.5 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses lean. ....	198
5.4.6 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses lean. ....	199
5.4.7 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades. ....	199
5.4.8 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses lean avançades.....	202
5.4.9 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades.....	203
5.4.10 Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no lean, lean i lean avançades.....	204
6. Anàlisi estadística sector industrial Català.....	210
6.1 Introducció .....	210
6.2 Metodologia .....	210

6.3 Hipòtesis.....	210
6.4. Resultats .....	211
6.4.1 Anàlisi de les operacions.....	211
6.4.2 Canvi Cultural .....	219
6.4.3 Gestió Mediambiental .....	222
6.5. Model de regressió .....	224
7. Conclusions .....	226
7.1 Conclusions de la revisió sistemàtica.....	226
7.2 Conclusions a nivell Internacional en base a l'enquesta IMSS VI.....	228
7.3 Conclusions sector industrial Català .....	235
Referències.....	239

## ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Icones mapa de processos. ....	29
Figura 2: Exemple d'aplicació d'un mapa de processos. ....	30
Figura 3: Exemple de targeta vermella per identificar els elements inútils. ....	32
Figura 4: Exemple de targeta Kanban. ....	37
Figura 5: Exemple flux sistema Kanban.....	38
Figura 6: Cercle de control de Deming. ....	42
Figura 7: Diagrama "el riu de les existències". ....	44
Figura 8: Fases del procés de recerca bibliogràfica. ....	58
Figura 9: Distribució de la producció científica sobre la relació entre lean management i resultat empresarial classificada per quadriennis.. ....	68
Figura 10: Principals fonts de publicacions d'estudis sobre la relació entre lean management i el resultat empresarial. ....	70
Figura 11: Evolució de la producció científica sobre la relació mediambiental i la rendibilitat. ....	86
Figura 12: Número d'empreses de diferents països participants en la IMSS.....	108
Figura 13: Evolució del número de països participants en la IMSS.....	109
Figura 14: Evolució del número d'empreses participants en la IMSS. ....	109
Figura 15:Mostra d'estudi. ....	111
Figura 16: Distribució de la mostra d'estudi per codi ISIC.....	112
Figura 17: Distribució Geogràfica de la mostra d'estudi ....	112
Figura 18: Distribució de la mostra d'estudi per número de treballadors. ....	113
Figura 19: Freqüència utilització pràctiques lean.....	116
Figura 20: Distribució per utilització de les practiques lean ....	118
Figura 21:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat del client. ....	126
Figura 22:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat i disseny del producte. ....	127
Figura 23:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable flexibilitat per volum. ....	127
Figura 24:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable flexibilitat mix. ....	128

Figura 25:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable habilitat de personalització del producte. ....	128
Figura 26:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat de servei al client .....	129
Figura 27:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable rapidesa en les entregues. ....	129
Figura 28: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable fiabilitat en les entregues. ....	130
Figura 29: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable cost unitari del producte. ....	130
Figura 30: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable costos per comanda.....	131
Figura 31: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps de fabricació.....	131
Figura 32: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps d'aprovisionament.....	132
Figura 33: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps d'aprovisionament.....	132
Figura 34: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses no lean .....	135
Figura 35: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable qualitat del client. ....	137
Figura 36: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable qualitat i disseny del producte. ....	138
Figura 37: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable flexibilitat per volum. ....	138
Figura 38: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable flexibilitat mix .....	139
Figura 39: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable habilitat de personalització del producte .....	139
Figura 40: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable qualitat de servei al client .....	140
Figura 41: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable rapidesa en les entregues .....	140

Figura 42:Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable fiabilitat en les entregues. ....	141
Figura 43: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable cost unitari del producte. ....	141
Figura 44: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable costos per comanda. ....	142
Figura 45: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable temps de fabricació. ....	142
Figura 46: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable temps d'aprovisionament. ....	143
Figura 47: Diagrama de barres dels valors mitjans de les puntuacions sobre una escala Likert dels 12 ítems. ....	143
Figura 48: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean. ....	144
Figura 49: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat del client. ....	147
Figura 50: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat i disseny del producte. ....	147
Figura 51: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable flexibilitat per volum ....	148
Figura 52: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable flexibilitat mix . ....	148
Figura 53: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable habilitat de personalització del producte ....	149
Figura 54: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat de servei al client ....	149
Figura 55: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable rapidesa en les entregues ....	150
Figura 56: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable fiabilitat en les entregues. ....	150
Figura 57: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable cost unitari del producte. ....	151
Figura 58: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable costos per comanda. ....	151



Figura 59: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable temps de fabricació.....	152
Figura 60: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable temps d'aprovisionament.....	152
Figura 61: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 12 ítems. ....	153
Figura 62: Histograma amb corba de la normal de l'indicador maduresa lean global per a les empreses lean avançades. ....	154
Figura 63: Diagrama de barres de les mitjanes de les tres variables maduresa lean global. ....	155
Figura 64: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable vendes. ....	168
Figura 65: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable ROS. ....	168
Figura 66: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable mida del mercat. ....	169
Figura 67: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable característiques del mercat.....	169
Figura 68: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable posició en la cadena de subministrament. ....	170
Figura 69: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. ....	170
Figura 70: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses no lean. ....	171
Figura 71: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable vendes. ....	173
Figura 72: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable ROS. ....	174
Figura 73: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable mida del mercat .....	174
Figura 74: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable característiques del mercat.....	175
Figura 75: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable posició en la cadena de subministrament. ....	175

Figura 76: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. ....	176
Figura 77: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean. ....	177
Figura 78: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable vendes. ....	179
Figura 79: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable ROS. ....	179
Figura 80: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable mida del mercat.....	180
Figura 81: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable característiques del mercat.....	180
Figura 82: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable posició en la cadena de subministrament.....	181
Figura 83: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. ....	181
Figura 84: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean avançades.....	182
Figura 85: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable pressions mediambientals. ....	191
Figura 86: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable certificacions mediambientals. ....	192
Figura 87: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable reducció d'emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus .....	192
Figura 88: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems. ....	193
Figura 89: Histograma amb corba de la normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses no lean. ....	194
Figura 90: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable pressions mediambientals.....	196
Figura 91: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable certificacions mediambientals. ....	196
Figura 92: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus.....	197

Figura 93: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems .....	197
Figura 94: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses lean.....	198
Figura 95: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable pressions mediambientals. ....	200
Figura 96: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable certificacions mediambientals. ....	201
Figura 97: Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus. ....	201
Figura 98: Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems .....	202
Figura 99: Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses lean avançades. ....	203
Figura 100: Freqüència d'aparició de diversos tipus de malbarataments segons el lean manufacturing.....	212
Figura 101: Gràfic Comunicació formal clients.....	214
Figura 102: Gràfic Comunicació interna.....	215
Figura 103: Gràfic Comunicació Proveïdors.....	215
Figura 104: Gràfic Centralització informació. ....	216
Figura 105: Gràfic Indicadors rendiment implantats.....	217
Figura 106: Gràfic Implantació sistema millora contínua.....	218
Figura 107: Gràfic Notificació sistemes de millora.....	218
Figura 108: Gràfic Participació Activa.....	220
Figura 109: Gràfic Indicadors.....	220
Figura 110: Gràfic Gestió de Sugeriments. ....	221
Figura 111: Gràfic Pla de Formació. ....	221
Figura 112: Gràfic Designació Coordinació Mediambiental .....	222
Figura 113: Gràfic Responsabilitats addicionals Coordinació Mediambiental. ....	223
Figura 114: Gràfic Política Mediambiental.....	223

## ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Impactes mediambientals de les mudes.....	27
Taula 2: Procediments de preparacions de maquinaria i equips.....	36
Taula 3: Beneficis mediambientals observats de l'aplicació SMED.....	37
Taula 4: Revisió de la literatura (en ordre cronològic) sobre les relacions entre lean management i resultat empresarial .....	61
Taula 5: Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre les relacions entre gestió ambiental i resultat empresarial.....	71
Taula 6: Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre las relaciones entre lean manufacturing, diferents aspectes de la sostenibilitat i resultats empresarials.....	90
Taula 7: Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre les relacions entre lean manufacturing, diferents aspectes de la sostenibilitat i resultats empresarials.....	102
Taula 8: Descripció dels codis ISIC 25-30.....	107
Taula 9: Distribució per utilització de les practiques lean.....	117
Taula 10: Utilització de les practiques lean en empreses no lean, lean i lean avançades. ....	118
Taula 11: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable racionalització i focalització de processos per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	120
Taula 12: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable producció pull per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	121
Taula 13: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable TQM per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	121
Taula 14: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable TPM per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	122
Taula 15: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable organització lean per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	122
Taula 16: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable millora continua per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	123
Taula 17: Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses no lean .....	125
Taula 18: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses no lean.....	134

Taula 19: Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses no lean .....	136
Taula 20: Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses lean .....	136
Taula 21: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses lean. ....	144
Taula 22: Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses no lean .....	145
Taula 23: Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades. ....	146
Taula 24: Estadístics descriptius de l'indicador maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses lean avançades. ....	153
Taula 25: Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades. ....	155
Taula 26: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable qualitat client per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	156
Taula 27: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable qualitat i disseny del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	157
Taula 28: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable flexibilitat per volum per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	157
Taula 29: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable flexibilitat mix per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	158
Taula 30: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable habilitat de personalització del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	158
Taula 31: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable qualitat del servei al client per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	159
Taula 32: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable rapidesa en les entregues per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	159
Taula 33: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable fiabilitat en les entregues per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	160
Taula 34: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable cost unitari del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	160
Taula 35: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable costos per comanda per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	161

Taula 36: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable temps de fabricació per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	161
Taula 37: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable temps d'aprovisionament per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	162
Taula 38: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	163
Taula 39: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	163
Taula 40: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable sintètica maduresa lean global per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	164
Taula 41: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	165
Taula 42: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	165
Taula 43: Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses no lean .....	167
Taula 44: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses no lean .....	171
Taula 45: Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses no lean .....	172
Taula 46: Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses lean .....	172
Taula 47: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses lean .....	176
Taula 48: Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses lean .....	177
Taula 49: Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. ....	178
Taula 50: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses lean avançades.....	182
Taula 51: Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. ....	183
Taula 52: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable vendes per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	184
Taula 53: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable ROS per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	184

Taula 54: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable mida del mercat per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	185
Taula 55: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable característiques del mercat per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	185
Taula 56: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable posició en la cadena de subministrament per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	186
Taula 57: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	187
Taula 58: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	187
Taula 59: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable sintètica maduresa lean global per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	188
Taula 60: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	188
Taula 61: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	189
Taula 62: Estadístics descriptius de les variables de gestió mediambiental en empreses no lean .....	190
Taula 63: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre la gestió mediambiental en empreses no lean .....	193
Taula 64: Rho de Spearman entre les variables de gestió mediambiental en empreses no lean .....	194
Taula 65: Estadístics descriptius de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean.....	195
Taula 66: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre la gestió mediambiental en empreses lean .....	198
Taula 67: Rho de Spearman entre les variables de la gestió mediambiental en empreses lean .....	199
Taula 68: Estadístics descriptius de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades .....	199
Taula 69: Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre el rendiment empresarial en empreses lean avançades.....	202
Taula 70: Rho de Spearman entre les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades .....	203
Taula 71: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable pressions mediambientals per a les empreses no lean, lean i lean avançades .....	204

Taula 72: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable certificacions mediambientals per a les empreses no lean, lean i lean avançades. ....	204
Taula 73: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	205
Taula 74: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	205
Taula 75: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	206
Taula 76: Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable sintètica ambiental per a les empreses no lean, lean i lean avançades.....	207
Taula 77: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean.....	207
Taula 78: Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. ....	208
Taula 79: Resum relació lean manufacturing i rendiment operacional.....	230
Taula 80: Resum relació lean i rendiment empresarial .....	232
Taula 81: Resum relació lean i la gestió mediambiental .....	235



# **CAPÍTOL 1**

## **INTRODUCCIÓ, OBJECTIUS I HIPÒTESIS DE TREBALL**

---

# 1. Introducció, objectius i hipòtesis de treball

## 1.1 Introducció

Durant les últimes dècades s'han experimentat profunds canvis en l'entorn competitiu, que han obligat les empreses a apostar per estratègies que els permetin diferenciar-se dels seus competidors i guanyar la confiança dels consumidors. Un dels aspectes que s'ha situat en el punt de mira és la responsabilitat mediambiental de les empreses (Del Brio *et al.*, 2001). Les exigències de les administracions i de la societat en general entorn a aquests temes ha anat en augment i com a conseqüència d'això, empreses de tots els sectors econòmics s'han vist sotmeses a una creixent pressió regulatòria (Suarez *et al.*, 1995).

Tradicionalment, el sector industrial ha considerat que existia un conflicte d'interessos entre les millores mediambiental i el desenvolupament econòmic de la companyia. Aquesta creença ha sigut avalada per nombrosos estudis (Bragdon i Marlin, 1972; Gray i Shadbegian, 1993). A pesar d'això, altres investigacions han analitzat l'existència d'una relació positiva entre el desenvolupament mediambiental i la consecució d'objectius de cost i qualitat (Porter i Van der Linde, 1995). Això és degut a que s'ha començat a prendre més conscienciament mediambiental i s'ha adoptat la premissa que el creixement econòmic i les activitats respectuoses amb l'entorn son dos termes compatibles (Bruntland, 1987).

Amb aquest nou enfocament, s'han incorporat objectius mediambientals a l'estratègia general de l'empresa i s'han replantejat els models de gestió i de producció. Diferents empreses han desenvolupat enfocaments específics per gestionar els aspectes mediambientals (Angell i Klassen 1999).

Els sistemes productius han evolucionat i s'ha passat dels models tayloristes de la indústria de principis de segle XX, que s'esforçaven per augmentar la productivitat sense donar importància als efectes negatius ocasionats sobre l'entorn, a sistemes de producció compatibles amb la sostenibilitat mediambiental. Un d'aquests sistemes és el *lean manufacturing*, que busca minimitzar els malbarataments de recursos (Florida, 1996; EPA, 2007).

La relació entre la producció *lean* i la gestió mediambiental ha sigut estudiada per diferents autors (Miller *et al.*, 2010; Sawhney *et al.*, 2007) que senyalen que l'eliminació sistemàtica de residus, pilar fonamental de la filosofia *lean*, encaixa perfectament amb l'estratègia general de protecció de l'entorn, i per tant pot considerar-se el *lean manufacturing* com un sistema productiu sostenible.

La producció sostenible és definida per Allwood (2009) com un mètode de transformació de materials sense emissions de gasos efecte hivernacle, utilització de materials no renovables o tòxics, o generació de malbaratament.

La producció *lean* (Womack *et al*, 1990) s'utilitza en moltes empreses com una eina per a millorar la seva productivitat en quant a cost i compliment d'estàndards de qualitat i lliuraments. Aquest sistema productiu té com a objectiu contribuir a un major enteniment en quant a la relació entre les operacions mediambientals i els processos de gestió mitjançant la participació del treballador (Rothenberg, 1999).

De fet, les habilitats i competències necessàries per tenir èxit en àrees de producció són les mateixes que en l'àrea de gestió mediambiental. En particular, la participació del treballador és un aspecte important a tenir en compte per a una gestió mediambiental adequada. A més a més és particularment atractiva com a medi per aconseguir els objectius mediambientals, ja que admet els conceptes d'inclusió, connexió i igualtat, tots ells components importants per a un desenvolupament sostenible (Gladwin *et al.*, 1995).

## 1.2 Objectius

D'acord amb el context exposat, l'objectiu general que es vol aconseguir amb el present treball d'investigació és conèixer el grau de desenvolupament de les pràctiques *lean* a nivell internacional i amb especial rellevància a nivell Català i quina és la seva relació amb la gestió mediambiental i el rendiment empresarial.

Com a objectius més específics o concrets podem destacar-ne quatre com els més importants:

- a) Realitzar una revisió sistemàtica de la literatura amb l'objectiu d'avaluar la contribució de la gestió *lean* a la sostenibilitat, principalment mediambiental, i el seu impacte en el rendiment financer de l'empresa a través de l'estat de l'art de les investigacions relacionades amb el tema.
- b) Analitzar els beneficis percebuts de la aplicació de les pràctiques *lean* sobre la gestió mediambiental.
- c) Analitzar els beneficis percebuts de la aplicació de les pràctiques *lean* sobre el rendiment empresarial.
- d) Analitzar els beneficis percebuts de la aplicació de les pràctiques *lean* sobre la gestió operacional.
- e) Aportar la informació necessària per tal de possibilitar, en futurs treballs, el coneixement de la situació a Catalunya i a nivell internacional.

### 1.3 Hipòtesis de treball

Les pràctiques *lean* han demostrat estar associades a resultats molt satisfactoris en termes de productivitat, qualitat o seguretat en el treball (Womack i Jones, 2003).

Però, l'impacte positiu de la producció ajustada sobre els resultats financers de la empresa no resulten tant evidents (Balakrishnan *et al.*, 1996; Lewis, 2000; Shah i Ward, 2007). Lewis (2000) defensa la possibilitat de generar una avantatge competitiva basada en les pràctiques *lean* però puntualitza que per aconseguir-ho, la empresa ha de ser capaç d'apropiar-se de les millores en productivitat generades. Però, degut a la dificultat en la descripció dels principis *lean* (Shah i Ward, 2007), els elevats requeriments d'una correcta implantació o degut a factors de l'entorn (Balakrishnan *et al.*, 1996), l'adopció de les pràctiques *lean* no sempre assegura l'obtenció d'uns millors resultats financers.

Respecte a les iniciatives mediambientals, no existeix consens en la literatura sobre la relació entre aquestes pràctiques i el rendiment empresarial. Tot i que predominen els treballs en els que s'obté una relació positiva sobre l'impacte financer (King i Lenox, 2001; Melnyk *et al.*, 2003), son moltes també les investigacions que no identifiquen aquesta influència (Gilley *et al.*, 2000; Link i Naveh, 2006).

Respecte al tracte conjunt de les iniciatives *lean* i les mediambientals, s'observa com la principal motivació radica en analitzar l'alineació entre ambdues pràctiques (Mollenkopf *et al.*, 2009; Rothenberg *et al.*, 2001), obviant pràcticament l'impacte financer de forma conjunta. Existeix algun treball centrat en la cadena de subministrament, que s'han preocupat d'avaluar la influència de les iniciatives *lean* i les iniciatives mediambientals de forma conjunta (*lean and green*) sobre el rendiments empresarial (Kainuma i Tawara, 2005).

Per tant, segons la revisió de la literatura efectuada, les hipòtesis de treball plantejades són les següents:

- Hipòtesi 1: La producció *lean* està positivament relacionada amb el rendiment operacional.

La hipòtesi es basa en la presumpció que l'aplicació de les pràctiques *lean* té una influència positiva en el compliment amb les especificacions del client (qualitat del client), la qualitat i disseny del producte, la flexibilitat de fabricació segons el volum de la comanda (Flexibilitat per volum), la flexibilitat de fabricació segons diferents tipologies de comandes (Flexibilitat Mix), l'habilitat de personalitzar el producte segons les necessitats del client, la qualitat de servei al client (per exemple: informació, ajudes, formació), la rapidesa en les entregues, la fiabilitat de les entregues, el cost unitari del producte, els costos per comanda, el temps de fabricació, el temps d'aprovisionament. Perceben les empreses una millora en el rendiment operacional?

- Hipòtesi 2: La producció *lean* està positivament relacionada amb el rendiment empresarial.

La hipòtesi es basa en la presumpció que l'aplicació de les pràctiques *lean* té una influència positiva sobre les vendes, la rendibilitat de les vendes (en anglès Return on Sales o ROS, que es defineix com els beneficis abans d'interessos i impostos dividits pel total de les vendes), la mida del mercat, les característiques del mercat i la posició en la cadena de subministrament. Perceben les empreses una millora en el rendiment empresarial?

- Hipòtesi 3: La producció *lean* està positivament relacionada amb la gestió mediambiental.

La hipòtesi es basa en la presumpció que l'aplicació de les pràctiques *lean* té una influència positiva en els grups d'interès de les unitats de negoci analitzades, els quals demanen productes i processos respectuosos amb el medi ambient (pressió mediambiental), certificacions mediambientals (EMAS o ISO 14001) i la reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus. Perceben les empreses una millora en la gestió mediambiental?

- Hipòtesi 4: Les empreses del sector industrial Català desconeixen la filosofia *lean* i les tècniques i pràctiques que aquesta recomana. Tot i així algunes característiques inherents al procés i al tipus de producte recolzen alguns dels principis *lean*.

La hipòtesis 4 proposa guiar el discurs respecte a l'amplia divulgació que ha tingut la filosofia *lean* en sectors productius concrets i la manca de divulgació i experiències en altres.

- Hipòtesi 5: El concepte de valor és aplicat per les empreses del sector industrial català en el desenvolupament dels seus processos, tot i que desconeixen el terme.

Treballar sota el concepte de valor, desenvolupant tasques i processos que afegeixen valor evitant el malbaratament pot ser a vegades una situació de "sentit comú". En alguns sectors conceptes com el de "valor afegit" no són tan usuals, però els encarregats d'analitzar els processos són conscients que algunes activitats concretes com el transport innecessari de materials o productes o la sobreproducció pot portar a significar costos sobre els productes que en ocasions el client no està disposat a pagar.

- Hipòtesi 6: La adopció de processos estàndards, medi ambient i la traçabilitat ajuda a reduir la complexitat en la variació de productes i processos.

Mitjançant l'establiment d'estàndards a la indústria es pot arribar a reduir la complexitat en la variació de productes i processos. En el cas de la traçabilitat, el medi ambient i el desenvolupament d'una activitat més sostenible promouen l'establiment de processos estàndards.

- Hipòtesi 7: El recurs humà és un factor important per a les empreses industrials Catalanes i per tant s'involucra en la millora dels processos.

La filosofia *lean* considera la importància del recurs humà i la necessitat de promoure la seva motivació i participació en la millora dels processos. Sota tal concepte el recurs humà deixa de ser un agent passiu i individual i comença a ser tractat com a membre d'un equip, que opera en un ambient de flexibilitat de les tasques, amb entrenament continu i amb la idea d'obtenir un producte de més elevada qualitat, al més baix cost i amb un nivell mínim de malbaratament o muda.

El nivell de formació del personal, les dificultats de comunicació amb el treballadors immigrants que parlen una altra llengua, i les característiques d'algunes tasques, són entre altres, factors que no faciliten la integració del personal en la millora de processos del sector industrial Català.

Per al contrast de les hipòtesis s'han utilitzats taules de contingència i tests no paramètrics.

El conjunt d'objectius i hipòtesis plantejades condueix al següent pla de treball:

- Completar la informació presentada en aquest capítol introductor i amb la recapitulació de les bases teòriques fonamentals (capítol 2) i mitjançant una revisió sistemàtica de la literatura (capítol 3).
- Conduir una anàlisi entre la mostra objecte d'estudi, formada per empreses que operen dintre dels codis industrials ISIC del 25 al 30 (IMSS 26.10.2015) mitjançant un extens qüestionari IMSS VI (International Manufacturing Strategy Survey) (capítol 4).
- Realitzar una anàlisi dels resultats del qüestionari IMSS VI (capítol 5).
- Conduir un estudi de camp entre la població industrial catalana mitjançant un qüestionari i realitzar l'anàlisi dels resultats. (capítol 6)
- Proporcionar unes conclusions a les hipòtesis plantejades (capítol 7).

# **CAPÍTOL 2**

## **MARC DE REFERÈNCIA**

---

## 2. Marc de referència

### 2.1 El pensament Lean

#### 2.1.1 Orígens

Al Japó, a finals del segle XIX, la principal indústria era la tèxtil. Un artesà i inventor anomenat Sakichi Toyoda, entre molts invents va desenvolupar uns sofisticats telers automàtics .

L'Any 1929, Sakichi va enviar al seu fill Kichiro, a Anglaterra per a negociar la venda dels drets de la patent dels telers. Els diners obtinguts van ser invertits en la fundació de Toyota Motor Corporation. Sakichi va influir en Kichiro per a que fos ell qui fundes Toyota Automotive Company, perquè tot i que els telers eren un bon negoci, els automòbils representaven la tecnologia del futur. Kichoro va ser enviat a la Universitat Imperial de Tokio a estudiar enginyeria mecànica i es va especialitzar en la tecnologia del motor.

La Segona Guerra Mundial va esclatar mentre es fundava la companyia però Toyota va resistir a l'època. Eji Toyoda, nebot de Sakichi es va convertir en el director i més tard en el president de Toyota Motor *manufacturing* realitzant un paper clau en el Sistema de Producció de Toyota.

Des de finals de 1890, Frederick W. Taylor innova estudiant i difonent la “Administració Científica” del treball, les premisses del qual són la formalització del estudi dels temps, de moviments, del establiment de estàndards, entre d'altres. Frank Gilbreth va desglossar el treball en temps elementals, després van aparèixer els primers conceptes d'eliminació del malbaratament i els estudis del moviment. La seva esposa, Lilian Evelyn Moller, va continuar els seus treballs i va portar a terme una tasca de divulgació dels conceptes de la organització laboral especialment orientats a valorar el factor humà.

El TPS no va deixar d'evolucionar i de millorar. En 1990, aquests conceptes i mètodes de treball es difonen a Occident amb el llibre de James Womack i Daniel Jones, titulat “La máquina que cambió el mundo”. Els autors van presentar per primera vegada el concepte *lean* per a descriure la filosofia del treballador i les pràctiques dels fabricants de vehicles japonesos i, en particular, el Sistema de Producció de Toyota (TPS).

Per tant, podem concloure que el *lean manufacturing* es basa en la seva totalitat en el Sistema de Producció Toyota, model que va revolucionar la producció industrial del Japó.



### 2.1.2 Lean manufacturing

Es poden trobar diferents definicions del terme *lean manufacturing* segons l'autor. Realitzant un traducció directa, podem definir el terme com a producció o fabricació prima, ajustada, àgil o esvelta.

Womack, Jones i Roos (1990) defineixen *lean Management* o *lean manufacturing* com al sistema de producció que produeix el que la demanda sol·licita, en la quantitat sol·licitada i en el moment en que es sol·licita, eliminant totes les activitats que no aporten valor al producte.

Segons el Lean Institute Management (2017) podem definir el terme com al model de negoci que, comparat amb el sistema d'economia d'escala, permet organitzar i gestionar el desenvolupament de productes, els serveis, les operacions, els proveïdors i les relacions amb els clients, de manera que s'utilitzi menys esforç humà, menys espai, menys capital, menys material i menys temps, per a fer productes o serveis amb menys defectes, menys problemes i d'acord amb les necessitats dels clients.

L'objectiu principal del concepte de *lean management* o *lean manufacturing* és la eliminació del malbaratament, en anglès anomenat Waste i en japonès Muda. El malbaratament s'explica com les activitats que absorbeixen recursos però no afegeixen valor, per tant al portar a terme qualsevol operació que es pugui considerar com un malbaratament s'incorrerà en uns costos que no estaran afegint valor al producte final. Es pot dir que el punt de partida o la base de tot el pensament *lean* és el valor, el qual solament pot definir el consumidor final però que ha de ser creat pel productor.

Womack i Jones (1996) destaquen que la definició del valor representa el primer i essencial pas cap a l'organització *lean*. Alguns experts com Peter Drucker, Philip Kotler i Michel Porter han donat definicions molt similars, que convergeixen en el mateix significat. "El valor està representat per les capacitats de satisfer les exigències del client amb un determinat preu i en un cert moment" (Porter, 1985). Per tant, l'objectiu en tot procés productiu o servei és realitzar activitats que afegeixin valor al producte final, és a dir, aquelles activitats que des del punt de vista del client fan més valúos el producte.

El *lean management* no és un concepte estàtic, que es pugui definir de forma directa, ni tampoc una filosofia radical que trenca amb tota cosa coneguda. El *lean management* consisteix en la combinació de diversos elements, tècniques i aplicacions sorgides de l'estudi a peu de màquina i recolzades per la direcció en ple convenciment de la seva necessitat. El pensament *lean* evoluciona permanentment com a conseqüència de l'aprenentatge, que es va adquirint sobre la implementació i adaptació de les diferents tècniques als diversos entorns industrials i inclòs de serveis.

Segons Hernández i Vizán (2013) “la cultura *lean* no és una cosa que comenci i acabi, és una cosa que ha de tractar-se com una transformació cultural si es pretén que sigui duradora i sostenible, és un conjunt de tècniques centrades en el valor addicional i en les persones”

Taiichi Ohno va administrar la producció de Toyota focalitzat, entre altres coses, en la administració del malbaratament.

D’acord amb Ohno (1988) existeixen set tipus de Muda:

1. Muda de Transport: El desplaçament d’un lloc a un altre dels productes no genera cap valor, al contrari, les transports consumeixen espai i capitals. El mètode *lean manufacturing* proposa que els circuits logístics siguin el més curts possibles, ja que es generen costos per excés de manipulació, el que porta a una sobre utilització de la mà d’obra, transport i energia.
2. Muda de correcció per defectes de qualitat: Reparació d’un producte quan no satisfà els requeriments del client. Les no conformitats generen costos i pèrdues de temps per a la empresa i resulta molt costós desfer-se dels residus.
3. Muda d’esperes: Es genera quan l’operari ja no té a la seva disposició les peces necessàries per a l’execució de la seva tasca. Aquesta muda es genera fonamentalment per els temps de preparació, les temps en que una peça ha d’esperar a una altre per continuar el seu processament, pèrdua de temps per reparacions o manteniments, temps d’espera d’ordres o temps d’espera de matèries primeres.
4. Muda d’inventaris o estoc: Material no necessari que dificulta el flux. Quan s’emmagatzema el producte acabat, semielaborat o matèria primera, no crea cap valor afegit. Contràriament els estocs excessius augmenten els costos degut a les inversions necessàries per al seu manteniment.
5. Muda de desplaçaments o moviments improductius: Els desplaçaments i els moviments improductius dels operaris en el lloc de treball no creen cap valor addicional. Per al contrari, augmenten les dificultats del treball i consumeixen espai. Aquest problema se soluciona mitjançant la configuració de llocs de treball que possibilitin la presa del material el més proper possible de la mà d’obra de l’operari. La productivitat de l’operari augmenta, les dificultats del treball disminueixen ja que l’activitat de l’operari es concentra en tasques productives.
6. Muda per processos inefficients: Esforç que no agrega valor addicional al producte. Els residus són ocasionats per errors en tema de layout, disposició física de la planta i de les seves màquines, errors en procediments de producció i disseny.
7. Muda de Sobreproducció: Es genera al produir més quantitat de la que es precisa i a un ritme més ràpid del necessari.

A les 7 mudes originals Toyota n'hi va afegir posteriorment una altre:

8. La manca d'aprofitament del coneixement del treballador: Aquesta és la vuitena muda i es refereix a no utilitzar la creativitat i intel·ligència de la força de treball per eliminar malbarataments.

Tot i que la identificació de malbarataments és important, el fonamental és eliminar-los. Tot el personal de l'empresa s'ha de convertir en especialista en l'eliminació de malbarataments, per això la direcció de la organització ha d'assegurar un ambient que promogui la generació d'idees i la eliminació contínua de malbarataments.

Les mudes, a part de perjudicar el procés i encarir el producte suposen un consum innecessari d'energia, de materials, d'espai i comporten la generació de residus i efluents, per la qual cosa, eliminant les mudes no només es millora el procés, sinó que sembla lògic que es millori el medi ambient i per tant, cadascuna de les eines contribuint a millorar el procés contribueix a millorar el comportament ambiental, excepte en aquells casos en que la solució que s'apliqui per a millorar en eficiència o en qualitat sigui perjudicial pel medi ambient.

A la taula 1 podem observar els impactes mediambientals associats a les mudes identificades per Ohno (1988).

**Taula 1:** Impactes mediambientals de les mudes Font: EPA (2006)

<b>Muda</b>	<b>Impacte mediambiental</b>
Sobreproducció	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un excés de matèries primeres i energia consumida en la fabricació de productes innecessaris.</li> <li>- La fabricació de productes extra pot comportar la seva obsolescència i requereixen ser eliminats.</li> <li>- Un excés en la utilització de material perillós pot comportar un augment de residus, emissions, exposició dels treballadors, etc.</li> </ul>
Inventaris	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Increment d'emballatge per emmagatzemar els productes semi elaborats.</li> <li>- Residus provinents del deteriorament o danys de l'emmagatzematge dels productes semi elaborats.</li> <li>- Necessitat de material extra per substituir els productes semi elaborats malmesos.</li> <li>- Més energia utilitzada per escalfar, refredar i il·luminar l'espai d'emmagatzematge.</li> </ul>
Transport i moviments improductius	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Més energia utilitzada per transport.</li> <li>- Emissions provinents del transport.</li> <li>- Més espai requerit per al moviment dels productes semi elaborats, incrementant la demanda i consum d'il·luminació, calefacció, refredament.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Major requeriment d'embalatge per protegir components durant el moviment.</li> <li>- Danys i vessaments durant el transport.</li> <li>- Transport de materials perillosos que requereixen un embarcament especial i un embalatge per prevenir el risc d'accidents.</li> </ul>
Defectes de qualitat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matèria primera i energia consumida en la fabricació de productes defectuosos.</li> <li>- Components defectuosos requereixen d'un reciclatge o disposició.</li> <li>- Requeriments d'un major espai per la fabricació de nou i reparació, incrementant l' utilització d'energia per escalfament, refredament i il·luminació.</li> </ul>
Processos ineficients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Més parts i matèria primera consumida per unitat de producció.</li> <li>- Increment del residus per processaments innecessaris, utilització d'energia i emissions.</li> </ul>
Esperes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potencial material malmès o components danyats causant residus.</li> <li>- Energia perduda per l'escalfament, refredament i il·luminació durant els temps d'inactivitat en la producció.</li> </ul>

### 2.1.3 Eines lean manufacturing

L'aplicació de *lean manufacturing* comporta l'ús de multitud d'eines. Entre els autors no hi ha consens (Gonzalez, 2007; Villaseñor, 2007; Wyrwicka i Mrugalska 2017; Bicheno, 2000; Hines et al., 2004; Hines i Taylor, 2000; Womack i Jones, 2003) sobre quines d'aquestes eines són necessàries per a parlar de *lean manufacturing* però segons (Villaseñor i Galindo, 2007) aquestes són les més utilitzades:

- Value Stream Mapping
- 5 S
- SMED
- Kanban
- Kaizen
- Just in Time (JIT)
- Manteniment Total de la Producció (TPM)
- Poka-Yoke
- La dimensió Humana

### 2.1.3.1 Value Stream Mapping

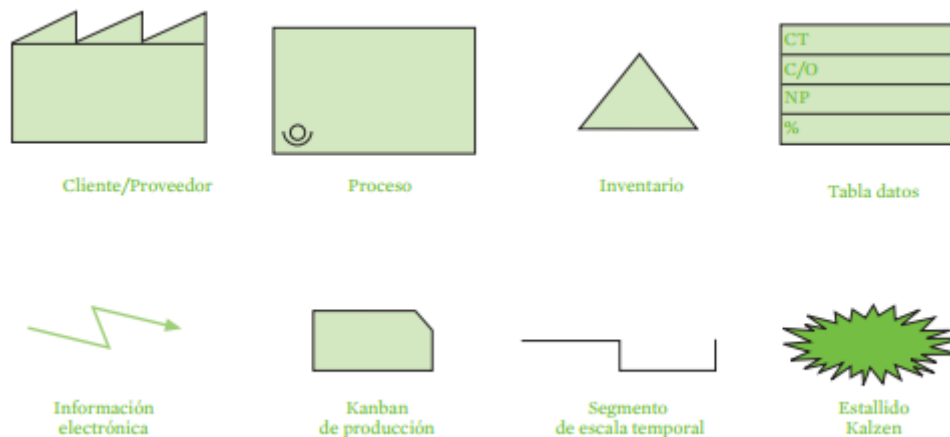
El mapa de flux de valor (VSM) és una eina desenvolupada per Rother i Shook (1999) com a mètode per a identificar els malbarataments. Tal i com indiquen Womack i Jones (1996) el VSM ens ajuda a veure i entendre el flux de material i informació de com un producte o servei recorre el seu camí a través de la cadena de valor de principi a final. El VSM ens ajuda a comprendre com diverses activitats estan interrelacionades i a on podrien fallar les connexions o les activitats, també ens és d'ajuda per a reconèixer el malbaratament i les seves causes.

Una cadena de valor són totes les accions (accions que afegixin valor i accions que no afegixin valor) requerides per a dissenyar, dirigir i proveir un producte o valor a través dels fluxos principals essencials per a cada producte. Aquests fluxos són:

- El flux de producció des de la matèria primera fins al client final.
- El flux de disseny de del concepte fins al llançament.

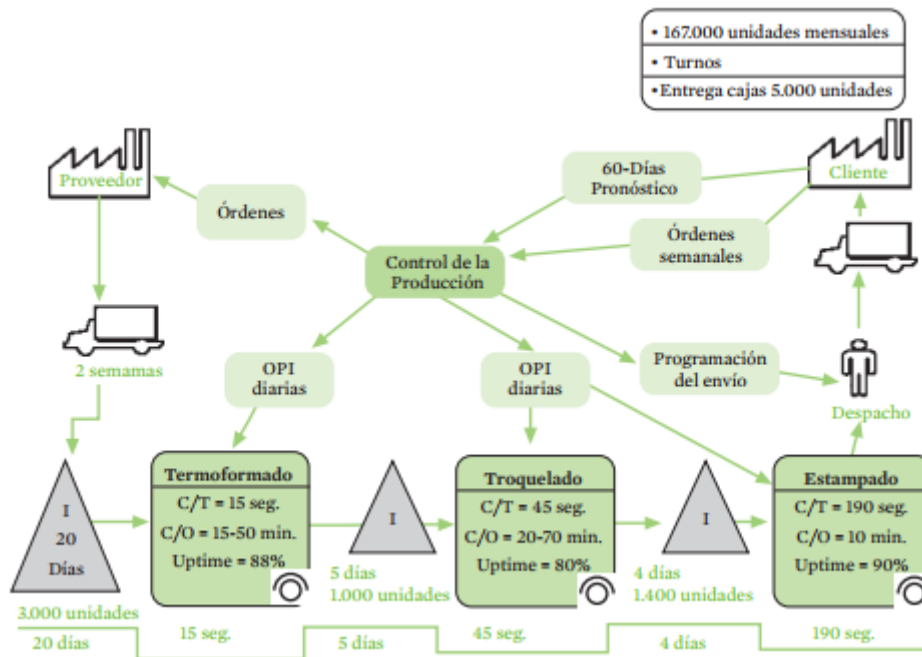
Les icones per a poder elaborar un mapa de processos són les que indica la figura 1.

**Figura 1:** Icones mapa de processos. Font: Hernández i Vizán (2013)



A la figura 2 es mostra un exemple d'aplicació d'un mapa de processos. L'objectiu d'aquesta eina és que a partir del mapa actual de qualsevol producte o servei, posposar un mapa futur buscant reduir els malbarataments, i per això es comença mapejant les activitats amb i sense valor addicional requerides per a portar a terme l'elaboració d'una família de productes, des de la matèria primera fins al producte acabat.

**Figura 2:** Exemple d'aplicació d'un mapa de processos. Font: Hernández i Vizán (2013)



Els beneficis de l'aplicació del mapa de processos són:

- Una major comprensió del cost del producte.
- Una visió clara del procés de productiu.
- Una reducció dels treballs en curs (WIP).
- Una reducció en el temps de cicle de producció.
- Una resposta més ràpida als canvis en la demanda.
- Una resposta més ràpida als problemes de qualitat.
- Un increment en la contribució del valor afegit.
- Estandardització dels processos de producció.

Seuring i Müller (2008) descriuen que des de l'any 1994 fins al 2007 existeixen 194 referències que tracten la sostenibilitat de la cadena de subministrament. No obstant, aquests autors destaquen que en totes elles el concepte de sostenibilitat apareix gaire bé de forma exclusiva unit al concepte mediambiental, i en alguns casos integrant eficiència econòmica de les operacions, no contemplant així els demés aspectes que comporta el concepte de sostenibilitat, com els aspectes energètics, entre d'altres.

Tiwari l'any 2008 defensa que la energia ha de ser considerada com un cost empresarial similar als altres costos empresarials, incloent les matèries primeres i la mà d'obra.

Pagell i Wu (2009) detecten mitjançant un estudi experimental a 10 empreses, la necessitat de que els aspectes ambiental i energètics, d'eficiència econòmica i de responsabilitat social de la logística, s'integrin en el concepte de sostenibilitat de la cadena de subministrament.

### 2.1.3.2 Eina de les 5 S

L'eina de les 5 S correspon amb l'aplicació sistemàtica dels principis d'ordre i neteja en el lloc de treball que, d'una manera menys formal i metodològica, ja existien dins dels conceptes clàssics d'organització dels mitjans de producció. L'acrònim correspon a les inicials en Japonès de les cinc paraules que defineixen les eines i la fonètica dels quals comença per "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu i Shitsuke, que signifiquen respectivament: eliminar lo innecessari, endreçar, netejar i inspeccionar, estandarditzar i crear hàbit.

Segons Hernández i Vizán (2013), el concepte 5 S no hauria de resultar res nou per a cap empresa però, malauradament, si que ho és. És una tècnica que s'aplica a tot el món amb excel·lents resultats per la seva senzillesa i efectivitat per el que és la primera eina a implantar en tota empresa que vulgui abordar el *lean manufacturing*. Produeix resultats tangibles i quantificables per a tots, amb gran component visual i d'elevat impacte en un curt termini de temps. És una forma indirecta de que el personal percebi la importància de les coses petites, de que el seu entorn depengui de ell mateix, que la qualitat comenci per coses molt immediates, de manera que s'aconsegueix una actitud positiva davant el lloc de treball.

Els principis són fàcils d'entendre i la seva posta en marxa no requereix cap coneixement ni grans inversions financeres. A pesar de tot això, darrera d'aquesta aparent simplicitat, s'amaga una eina potent i multifuncional a la que poques empreses li han aconseguit treure tot el benefici possible. La seva implantació té per objectiu evitar que es presentin els següent símptomes disfuncionals a l'empresa i que afecten decisivament, a la eficiència de la mateixa:

- Aspecte brut de la planta: màquines, instal·lacions, etc.
- Desordre: passadissos ocupats, embalatges, etc.
- Elements trencats: mobiliari, vidres, senyals, indicadors, etc.
- Manca d'instruccions senzilles d'operació.
- Nombre d'averies més freqüents del normal.
- Desinterès dels treballadors per la seva àrea de treball,
- Moviments i recorreguts innecessaris de persones, materials i utilitatges.
- Manca d'espai en general.

La implantació de les 5 S segueix normalment un procés de cinc passos el desenvolupament del qual implica l'assignació de recursos, l'adaptació a la cultura de l'empresa i la consideració d'aspectes humans. La direcció de l'empresa ha d'estar convençuda de que les 5 S suposen una inversió de temps per part dels operaris i l'aparició d'unes activitats que hauran de mantenir-se en el temps. A més a més, s'ha de preparar un material didàctic per explicar als operaris la importància de les 5 S i els conceptes bàsics de la metodologia.

## 1. Eliminar (Seiri)

La primera de les 5 S significa classificar i eliminar de l'àrea de treball tots els elements innecessaris o inútils per a la tasca que es realitzi. Consisteix en separar el que es necessita del que no i controlar el flux de coses per evitar destorbs i elements prescindibles que originin malbarataments com l'increment de manipulacions i transports, pèrdua de temps en localitzar coses, elements o materials obsolets, falta d'espai, etc. A la pràctica, el procediment és molt simple ja que consisteix en utilitzar unes targetes (figura 3) vermelles per identificar elements susceptibles de ser prescindibles i es decideix si s'ha de considerar-los com un desfet.

**Figura 3:** Exemple de targeta vermella per identificar els elements inútils. Font: Hernández i Vizán (2013)

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			



## 2. Endreçar (Seiton)

Consisteix en organitzar els elements classificats com necessaris, de manera que es trobin amb facilitat, definir el seu lloc d'ubicació identificant-lo per facilitar la seva recerca i el retorn a la seva posició inicial. La implantació del Seiton comporta:

- Marcar els límits de les àrees de treball, emmagatzematge i zones de pas.
- Disposar d'un lloc adequat, evitant duplicitats; cada cosa en el seu lloc i un lloc per cada cosa.

Per a la seva posta en marxa s'ha de decidir a on col·locar les coses i com endreçar-les tenint en compte la freqüència d'ús i sota criteris de seguretat, qualitat i eficiència. Es tracta d'arribar al nivell precís per a produir amb qualitat i eficiència, dotant als treballadors d'un ambient laboral que afavoreixi la correcta execució del treball.

## 3. Neteja i inspecció (Seiso)

Seiso significa netejar, inspeccionar l'entorn per a identificar els defectes i eliminar-los, és a dir anticipar-se per prevenir defectes. La seva aplicació comporta:

- Integrar la neteja com a part del treball diari.
- Assumir la neteja com una tasca d'inspecció necessària.
- Centrar-se tant o més en l'eliminació dels focus de brutícia que en les seves conseqüències.
- Conservar els elements en condicions òptimes, el que suposa reposar els elements que falten (tapes de màquines, documents, etc.) adequar-los per al seu ús més eficient (empalmes ràpids, reubicacions, etc.) i recuperar aquells que no funcionen (rellotges, utilitatges, etc.) o que estan reparats "provisionalment". Es tracta de deixar les coses com el primer dia.

La neteja és el primer tipus d'inspecció que es fa dels equips, d'aquí la seva gran importància. S'ha de netejar per a inspeccionar, inspeccionar per a detectar, detectar per a corregir.

S'ha d'insistir en el fet de que, si durant el procés de neteja es detecta algun desordre, s'han d'identificar-se les causes principals per establir les accions correctores que s'estimin oportunes.

Un altre punt clau a l'hora de netejar és identificar els focus de brutícia existents (llocs a on es produeixen amb freqüència caigudes de peces, pèrdues d'oli, etc.) per a poder així eliminar-los i no tenir que fer-ho amb tanta freqüència, ja que es tracta de mantenir els equips en bon estat, però optimitzant el temps dedicat a la netejar.

#### 4. Estandarditzar (Seiketsu)

La fase de seiketsu permet consolidar les fites una vegada assumides les tres primeres “S”, perquè sistematitzar el que s’ha aconseguit assegura uns efectes perdurables. Estandarditzar suposa seguir un mètode per executar un determinat procediment de manera que la organització i l’ordre siguin factors fonamentals. Un estàndard és la millor manera, la més pràctica i fàcil de treballar per a tots, ja sigui amb un document, un paper, una fotografia o un dibuix. El principal enemic del seiketsu és una conducta erràtica, quan es fa “avui si i demà no”, el més probable és que els dies d’incompliment es multipliquin. La seva aplicació comporta les següents avantatges:

- Mantenir els nivells aconseguits amb les tres primeres “S”
- Elaborar i complir estàndards de neteja i comprovar que aquests s’apliquen correctament.
- Transmetre a tot el personal la idea de la importància d’aplicar els estàndards.
- Crear els hàbits de la organització, l’ordre i la neteja.
- Evitar errors en la neteja que a vegades poden provocar accidents.

Per a implantar una neteja estandarditzada, el procediment pot basar-se en tres passos:

- Assignar responsabilitats sobre les 3S primeres. Els operaris han de saber que fer, quan, a on i com fer-ho.
- Integrar les activitats de les 5 S dins dels treballs regulars.
- Revisar el nivell de manteniment dels tres pilars. Una vegada s’han aplicats les 3 S i s’han definit les responsabilitats i les tasques a fer, s’ha d’avaluar l’eficiència i el rigor amb que s’apliquen.

#### 5. Disciplina (Shitsuke)

Shitsuke es pot traduir per disciplina i el seu objectiu és convertir un hàbit la utilització dels mètodes estandarditzats i acceptar l’aplicació normalitzada. La seva aplicació està lligada al desenvolupament d’una cultura d’autodisciplina per fer perdurable el projecte de les 5 S. Aquest objectiu la converteix en la fase més fàcil i més difícil a la vegada. La més fàcil perquè consisteix en aplicar regularment les normes establertes i mantenir l’estat de les coses. La més difícil perquè la seva aplicació depèn del grau d’assumpció del esperit de les 5 S durant el projecte d’implantació. El líder de la implantació *lean* establirà diversos sistemes o mecanismes que permetin el control visual, com per exemple: fletxes de direcció, llums i alarmes per a detectar fallades, tapes transparents en les màquines per a veure el seu interior, utilitatges de colors segons el producte o la màquina, etc.

Ross and Associates (2003) estudien l’impacte ambiental de l’aplicació de les 5 S i conclouen que amb la implantació d’aquesta eina s’aconsegueix reduir l’espai d’emmagatzematge, la utilització de productes químics, l’emissió de compostos orgànics volàtils (COV) a l’atmosfera, els residus i les activitats que són susceptibles a causar efectes ambientals.

### 2.1.3.3 SMED

Les tècniques SMED (single digit minute exchange of die) o Canvi Ràpid d'eina, tenen per objectiu la reducció del temps de canvi (set up) entre un tipus de peça i la següent. Lo ideal és aconseguir un nivell d'eficiència que permeti un canvi mentre es produeix una peça, es transporti aquesta immediatament a la pròxima màquina i es pugui realitzar un altre canvi per processar un altre lot.

El sistema SMED segons el seu creador Shigeo Shingo, té els seus orígens en certs treballs que li van ser encarregats, al 1950, a la fàbrica Toyo Kogyo de Mazda. A pesar d'això, es va desenvolupar completament al voltant dels anys setanta quan realitzava treball per a l'empresa Toyota i aquesta va adoptar el sistema com un dels seus pilars bàsics de la seva manera de fabricar. S'hauria d'afegir que el sistema SMED ha de ser considerat com un mètode de millora continua, de forma que qualsevol empresa que l'adopti ha de realitzar esforços per aconseguir preparacions d'un sol cop.

El mercat actual ha de treballar cada vegada més amb sèries molt curtes de productes. Aquest tipus de mercat, obliga a disposar de sistemes flexibles que permetin una adaptació als canvis constants, i per tant cada vegada tenen més importància les petites sèries, que a més a més contribueixen a reduir els nivells d'estocs tant en producte acabat, com en material en curs. Per aconseguir això és necessari aplicar sistemes de canvi de sèrie ràpids i l'SMED constitueix una eina molt útil.

L'aplicació d'aquesta tècnica exigeix la consideració de tres idees fonamentals:

- Sempre és possible reduir els temps de canvi de sèrie fins gaire bé eliminar-los completament.
- No és solament problema tècnic, sinó també d'organització.
- Solament amb l'aplicació d'un mètode rigorós obtindrem els màxims resultats a un menor cost.

La preparació de màquines i equips comprèn les operacions de canvi i muntatge que han de fer-se abans de començar una tasca. Existeixen diversos tipus de preparacions que detallem a la taula 2.

**Taula 2:** Procediments de preparacions de maquinaria i equips Font: Pérez (2009)

<b>Procediments de preparació</b>	<b>Definició</b>
Canviar utillatges i eines	Aquests procediments son típics en tallers mecànics, a on els operaris han de fixar i retirar motlles, serres, etc.
Canviar paràmetres estàndards	Aquests procediments es donen quan intervenen màquines de tall d'elevada precisió o equips de procés químic programats, a on els operaris canvien els paràmetres estàndards utilitzats en diferents tasques del procés.
Canviar peces a unir o altres materials	Cada vegada que una línia canvia el model de producte, rep peces i altres materials que s'incorporen al nou model. La preparació en aquests casos inclou el canvi d'utillatges.
Preparació general prèvia a la fabricació	Aquest tipus de preparació inclou una gran varietat d'activitats per a tenir a punt el material, els útils, les eines i els accessoris.

El temps de preparació comença quan s'acaba la tasca de procés corrent i acaba quan la següent tasca de procés produeix una peça sense defectes. Concretament, el temps en que la màquina no addiciona cap valor a la peça de treball s'anomena "temps de preparació intern".

El temps de preparació extern és el temps invertit per l'operari realitzant procediments de preparació independents de la màquina mentre aquesta està en marxa.

Per altre banda, existeix també el temps de malbaratament que inclou la recerca de plantilles i eines, esperes i altres activitats no productives ni directament relacionades amb els procediments de preparació.

El temps complet de preparació és el resultat de la suma del temps de preparació intern i el temps de preparació extern.

Els temps de preparació llargs son antieconòmics perquè:

- Disminueixen la eficàcia ja que mentre una màquina s'està preparant no produeix res.
- Augmenten les mides dels lots (perquè solament tindrà sentit realitzar la preparació quan hi ha suficient treball que justifiqui aquest temps), en conseqüència augmenten els nivells d'exigències.
- Augmenten els riscos d'obsolescència.

- Limiten la flexibilitat, perquè a mesura que canvia l'entorn del mercat, el fabricant amb temps de preparació excessius i lots massa grans es troba cada vegada amb major desavantatge en relació als competidors que puguin respondre a aquests canvis.

Entre els autors no hi ha consens entre l'impacte mediambiental de l'aplicació de la tècnica SMED. Segons Chiarini (2014), l'aplicació de la tècnica SMED sembla tenir un feble efecte sobre la reducció l' impacte mediambiental tal i com indica la taula 3.

**Taula 3:** Beneficis mediambientals observats de l'aplicació SMED Font: Chiarini (2014)

Activitat SMED	Beneficis mediambientals observats
Preparació prèvia de motlles, cargols, fixació i configuració de la màquina.	Reducció del temps de recerca de components amb una insignificant reducció del consum elèctric.
Modificació del motlle	Reducció del temps d'instal·lació i regulant el motlle a l'interior de la premsa. No hi ha beneficis ambientals significatius

#### 2.1.3.4 KANBAN

El Kanban, consisteix en un sistema automàtic de gestió de la producció, el qual s'encarrega d'alimentar tot el sistema productiu, seguint les seves variacions amb una funció autoreguladora.

El Kanban consisteix en una targeta (figura 4) portadora d'una sèrie d'informació que circula periòdicament entre el proveïdor (intern o extern) i el client, subministrant a ambdós la informació necessària per a la gestió diària dels materials en el procés de producció.

**Figura 4:** Exemple de targeta Kanban. Font: Hernández i Vizán (2013)

KANBAN	
CÓDIGO Art.	63 10 2200
DESCRIPCIÓN	PLA 63x10x2200
Cantidad a fabricar	Consumo promedio
50	100
Cantidad de Tarjetas KANBAN	
2 de 2	
Almacén Estante:	
A 02	
Material:	
63x11	

Les targetes Kanban són un tipus de senyal que dona una ordre de producció d'acord amb la informació que capten de les operacions posteriors. Les targetes Kanban més comuns són les de transport o retirada y les de producció. Les primeres detallen la quantitat de producte que el procés següent ha de recollir, i les de producció indiquen la quantitat que ha de fabricar el procés anterior.

En aquest sistema, la petició surgeix del client final i torna cap endarrere, al llarg del procés, fins als proveïdors externs.

Per treballar amb Kanban s'han de considerar els següents principis:

- Es produeix solament si es rep el Kanban
- El proveïdor ha de treballar amb petits lots i ser ràpid
- El client ha de retirar solament el que és estrictament indispensable
- Els Kanban estan identificats i no es perden

**Figura 5:** Exemple flux sistema Kanban. Font: Hernández i Vizán (2013)



Els elements físics d'un sistema Kanban són:

- Targeta de producció: la que utilitza el fabricant. Una targeta Kanban de producció va associada a un contenidor de transport, una referència de la peça, el nom i un dibuix de la peça, el procés que se li ha de realitzar, un símbol, el tipus de Kanban.
- Targeta de transport: la que utilitza el consumidor, d'un color o una forma diferent a la targeta de producció. Una targeta Kanban de transport també porta associat un tipus de contenidor, i indica el lloc d'expedició, el de emmagatzemament i el de recepció, a més del nom i referència de la peça.
- Estoc d'aprovisionament: del que es va servint el consumidor.
- Bústia de transport: quan s'omple la bústia amb targetes de transport, es tindrà que portar al fabricant.

- Lead time : temps utilitzat des de que la bústia de transport s'ha omplert, fins que es reposa el producte en l'estoc d'aprovisionament.
- Estoc peu de línia: A on el fabricant deixa els productes elaborats.
- Bústia de fabricació: El fabricant produirà tants productes com targetes de fabricació hi hagi a la bústia, és a dir, tantes com li hagin agafat.
- Contenidors
- Caixa de constitució de lots: Serveix quan no és una única targeta i s'ha de fer un lot per demanar. Tenen una casella menys que la mida de lot.
- Fila de llançament: Quan hi ha diversos clients a la vegada, la fila de llançament és qualsevol sistema creatiu que permeti fer la producció per FIFO, permetent una gestió visual i fàcil d'utilitzar.
- Targeta de lot: indica que s'ha de llançar un lot de producció. Pot ser una targeta d'un altre color, un pòsit o una senyal al terra de tal manera que quan es buida fins aquest punt s'ha de produir. A la targeta indica la quantitat a produir.

Hi ha diversos tipus de recollida de les targetes Kanban:

- Kanban de lot fix

En el Kanban a lot fix sempre es recullen la mateixa quantitat de targetes. Aquesta quantitat ve determinada per el número de caselles que té la bústia de transport.

Una vegada que totes les caselles de la bústia estan plenes, el responedor recollirà les targetes, es dirgirà al estoc de línia del procés anterior i, amb l'intercanvi de targetes, es comprovarà que s'adquireixen sempre el mateix número d'existències.

En quant al client, la quantitat que es rebrà sempre és constant, i no tindran que demanar existències a no ser que s'hagi consumit una quantitat fixa, sense tenir en compte quan de temps passa entre comanda i comanda.

En referència al fabricant, saber la quantitat que li demanda al client li permet produir de forma més regular, però per una altre banda té la incertesa de quan li demanaran productes.

Aquest sistema de retirada s'acostuma a utilitzar quan el termini de fabricació és curt.

- Kanban a període fix

En aquest tipus de Kanban, la recollida de targetes de la bústia de transport es realitza periòdicament, sense importar el número de targetes que s'hagin consumit en aquest temps.

El número de targetes de transport, i per tant el volum de la comanda, serà major o menor segons el consum que s'hagi tingut des de l'última recollida.

D'aquesta manera s'intenta regular les comandes i les entregues, especialment quan el termini de fabricació és llarg.

El client, rebrà cada cert temps una quantitat de material corresponent al consum que s'hagi produït durant aquest període. Podria donar-se el cas de ruptura d'estoc si durant el període es consumeix amb un ritme més alt del que estava esperat.

Al fabricant, aquest sistema li confereix un ordre regular en les arribades de les ordres de fabricació. Segurament no es produiran tant solapaments com en el Kanban de lot fix. La complicació resideix en que cada vegada la quantitat demanada pot variar, i per tant els lots s'hauran que ajustar fins a cert punt.

- Kanban a lot fix i període fix

Aquest tipus de Kanban és el més senzill de regular, però possiblement el més complicat per portar a la pràctica. És més fàcil de planificar, ja que els transportistes venen regularment i la producció és regular.

En aquest sistema se suposa que tant el client com el fabricant produeixen a un ritme constant, i per tant, la bústia de transport s'omple cada cert temps constant.

La manera d'adaptar-se a les fluctuacions de la demanda seria, en el cas d'augment de demanda, reduint el termini de fabricació i/o augmentant la rotació de les targetes.

L'objectiu del Kanban és entregar productes a temps, amb la qualitat que requereix, i a un millor preu, per això és una eina per aconseguir una avantatge competitiva sobre les demès empreses del mateix sector. És capaç d'acomodar la producció a les necessitats i demanda del client, el que li confereix una flexibilitat imprescindible en l'entorn actual de competència. Les funcions principal del Kanban son el control de la producció i la millora de processos.

Aquest sistema implica als treballadors, ja que no poden permetre que una peça en mal estat segueixi endavant, han d'intentar fer accions que aportin valor al producte i a més a més han d'adaptar la seva producció al número de targetes Kanban que reben cada vegada.

Així a vegades hi haurà períodes en els que no tindran que treballar i que podran utilitzar-ho per millorar el seu lloc de treball, i a vegades hauran de treballar amb un cicle de producció més curt per donar cobertura a la demanda.

Cada targeta Kanban conté informació que serveix com a ordre de treball, o dit d'una altre manera, és un dispositiu de direcció automàtic que ens dona informació sobre el que s'ha de produir, en quina quantitat, mitjançant quins medis, i com transportar-ho.

El moviment de les targes Kanban regula el moviment dels productes, a més de restringir el número de productes en circulació, ja que cada Kanban anirà sempre associat als productes.



Les avantatges que es poden obtenir al introduir un sistema de Kanban en la producció poden ser:

- Simplificador i racionalització del treball
- Reducció de les existències
- Facilitat de canviar el material defectuós
- Posta en marxa del Kaizen

Una restricció del Kanban solament pot aplicar-se a fàbriques que impliquin producció repetitiva.

### **2.1.3.5 KAIZEN**

Kaizen és una paraula Japonesa composta per dos paraules, una KAI que significa “canvi” i l’altre ZEN que significa “bo, millor” el que implica que KAIZEN signifiqui “canvi per a millorar” i com que aquest canvi per a millorar és una cosa que contínuament s’ha de buscar i realitzar, el significat final acaba sent: “millora continua”.

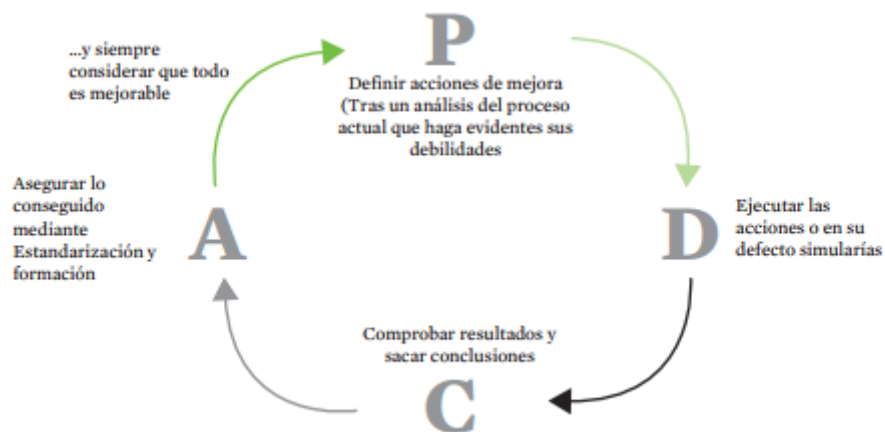
Segons Imai (1989), Kaizen significa millora continua i implica a tots, gerents i treballadores per igual. El Kaizen parteix de la idea de que les persones són l’actiu més important d’una organització i es porta a terme a través del treball en equip.

Kaizen és una filosofia i al mateix temps un sistema que té els seus orígens al Japó, i es considera com un factor fonamental per a la competitivitat d’aquest país a nivell mundial. Va començar a aplicar-se a les activitats productives amb posterioritat a la Segona Guerra Mundial com resultat de la necessitat imperiosa de reconstruir la seva economia devastada. A més va prendre un fort impuls amb els consells i assessoraments dels importants consultors americans en matèria de qualitat: Deming-Juran i Feigenbaum.

Segons Hernández i Vizán (2013) el cercle de control de Deming és un procés de millora continua, un conjunt de punts de vista, activitats i accions que es tenen de portar a terme per integrar, en el procés de direcció, els conceptes i practiques de la millora de la qualitat.

La millora de qualsevol procés, esta basada en la forma de procedir quan es tracta de portar a terme alguna cosa de manera intel·ligent. Tal i com mostra la figura 6, primer, es comença per establir un pla per aconseguir arribar a la meta que es busca, després, seguint aquesta idea, executar-la, a continuació, comprovar el resultat i, per últim, actuar d’acord amb aquesta avaluació, o bé introduint en el procés la millora que s’ha demostrat necessària fer o bé establint aquest procediment fins que no es trobi algun de millor.

**Figura 6:** Cercle de control de Deming. Font: Hernández i Vizán (2013)



Aquests passos es repeteixen gràficament en la figura anterior mitjançant un cercle que es coneix amb el nom de Cercle de Control de Deming, anomenant també cercle P-D-C-A (del angles Plan-Do-Check-Action), i constitueix una eina fonamental del control de la qualitat.

Tal i com indica (Imai, 1989) la filosofia Kaizen parteix de les següents premisses:

- Kaizen i gerència: La gerència ha de preocupar-se tant del manteniment dels estàndards establerts, com així també d'aconseguir de manera sistemàtica la millora en els nivells de qualitat, productivitat, costos, serveis i entrega. La recerca permanent dels Set Zeros ha de ser un objectiu prioritari: zero inventaris, zero errors, zero averies, zero temps d'espera, zero accidents, zero papereria i zero contaminació.
- Donar prioritat als processos en lloc dels resultats: El Kaizen fomenta el pensament orientat als processos, ja que els processos han de perfeccionar-se per que millorin els resultats. El fet de no aconseguir els resultats plantejats indica un error en el procés.
- Donar prioritat a la qualitat: De les metes primàries i estratègiques de qualitat, cost i entrega, la qualitat ocupa sempre una prioritat molt alta. L'empresa no podrà competir si al producte o servei li manca la qualitat.
- Parlar a través de les dades. Kaizen és un procés de solució de problemes. Per a donar solució a aquests problemes aquests han de ser prèviament reconeguts i posteriorment analitzats.
- El procés següent és el client, sigui aquest intern o extern. Tot treball és una sèrie de processos, i cada procés té el seu proveïdor i el seu client. Seguint aquesta línia, el següent procés ha de ser sempre considerat com un client, siguin aquest interns (dintre de l'empres) o externs (fora d'ella). Aquesta comprensió ha de conduir al compromís de no entregar mai parts defectuoses o informacions inexactes.

Soltero i Waldrip (2002) estudien l'ús en general del mètode de millora Kaizen i del seu impacte amb el medi ambient, reduint sistemàticament el volum i la gravetat de la contaminació. Pojasek (2008) centra el seu estudi en la necessitat d'integrar totes les accions dins d'una empresa que requereixi o condueixi la millora continua. Jorgensen (2008) realitza un estudi sobre el desenvolupament d'un sistema de gestió integrat a on la millora continua o Kaizen és un enllaç entre el *lean* i la millora ambiental.

El Kaizen como a sistema destinat a la millora continua dels processos i productes, no solament persegueix la millora sistemàtica dels nivells de productivitat, qualitat, costos, temps de resposta i satisfacció dels consumidors, sinó també controlar, eliminar o disminuir els nivells de contaminació ambiental.

### 2.1.3.6 Just in Time (JIT)

El Just in Time, també conegut com JIT, es tradueix directament com "Just a Temps". D'aquesta traducció es dedueix la seva filosofia de treball que segueix el mètode: les matèries primes i els productes arriben just a temps, ja sigui per fabricar o per servei al client.

El sistema "Just in Time" va ser ideat per Taiichi Ohno per l'empresa Toyota. El JIT és una filosofia de producció orientada a la demanada.

El JIT té quatre objectius essencials tal i com indica Hay (1989):

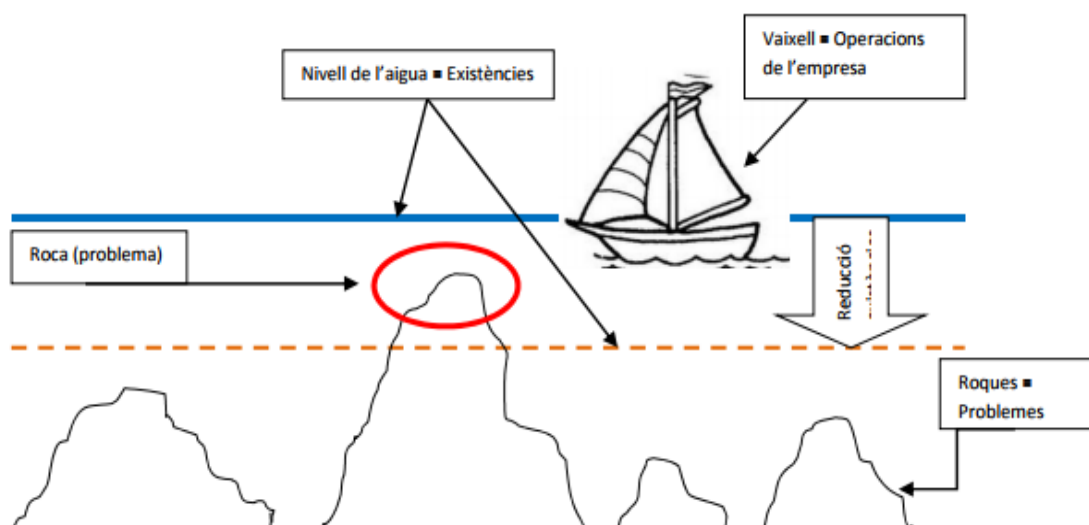
- Atacar els problemes fonamentals: Per a descriure aquest primer objectiu, s'utilitza l'analogia del "riu de les existències", que es pot veure a la figura 7

El nivell del riu representa les existències, i les operacions de l'empresa es visualitzen com el vaixell navegant. Quan una empresa intenta baixar el nivell del riu, en altres paraules, reduir el nivell de les existències, descobreix roques, és a dir, problemes emergents a la superfície (proveïdors, productes defectuosos, averies a les màquines, instal·lacions defectuoses, processos molt llargs, etc.) Fins fa poc, quan aquests problemes apareixien, la resposta era augmentar les existències per tapar-los.

El objectiu serà treure les roques del aigua de manera que desapareguin els obstacles perquè les operacions de l'empresa puguin circular sense problema, considerant que sota la superfície poden haver-hi encara altres obstacles que no seran vistos si el nivell de l'aigua, les existències, no baixen lo suficient.

A més, eliminant totes les roques, aconseguirem que flueixi el mateix volum d'aigua per tot el riu amb una corrent més ràpida, però amb una velocitat uniforme i constant.

**Figura 7:** Diagrama "el riu de les existències". Font: Monden (2007)



- Eliminar els malbarataments: Un procés productiu utilitza matèries primes, màquines, recursos naturals, mà d'obra, tecnologia, recursos financers, etc, generant com a resultat de la seva combinació productes o serveis. En cada procés s'agrega valor al producte, i després s'envia al procés següent.

El malbaratament implica activitats que no donen valor econòmic. Uns menors nivells de malbaratament impliquen millor qualitat, més productivitat, menors costos i, per tant, menors preus, augmentant el consum dels clients.

- Buscar la simplicitat: Un dels objectius de la filosofia JIT, és buscar solucions simples que permeten una gestió més eficaç. Un punt de vista simple respecte el flux de material és eliminar les rutes complexes i buscar línies de flux més directes, si és possible unidireccionals.
- Dissenyar sistemes per a identificar problemes: Amb el JIT, qualsevol sistema que identifiqui els problemes es considera beneficiós i qualsevol sistema que els emmascari perjudicial.

Womak (2005) en un article d'opinió sobre la reducció de l'impacte mediambiental a través de la metodologia *lean* descriu el potencial impacte positiu del JIT, afirmant que les empreses poden reduir les emissions d'efecte hivernacle i les congestions del trànsit reduint el nombre de camions i el quilometratge requerit.

Sarkis (2001) assenyala que el JIT (com a paradigma de la millora per si mateix) presenta paral·lelismes amb la millora ambiental, notificant que ambdós requereixen l'eliminació de residus, però també cita que el JIT pot incrementar l'impacte en el moviment i transport.

### 2.1.3.7 Manteniment Total de la Producció (TPM)

El manteniment total de la producció (TPM) és una orientació al manteniment per a minimitzar les parades per averia de les instal·lacions i maximitzar la seva utilització. Es pot considerar com una estratègia, ja que ajuda a crear capacitats competitives a través de la eliminació rigorosa i sistemàtica de les deficiències dels sistemes operatius.

El TPM permet diferenciar una organització en relació a la seva competència degut a l'impacte en la reducció dels costos, millora dels temps de resposta, fiabilitat de subministres, el coneixement que tenen les persones i la qualitat dels productes i serveis finals.

Els objectius que una organització busca a l'implantar el TPM poden ser:

- Estratègics: El TPM ajuda a construir capacitats competitives des de les operacions de l'empresa, gràcies a la seva contribució a la millora de la efectivitat dels sistemes productius, flexibilitat i capacitat de resposta, reducció de costos operatius i conservació del coneixement industrial.
- Operatius: El TPM té com a propòsit que els equips treballin sense averies i parades, eliminar tot classe de pèrdues, millorar la fiabilitat dels equips i utilitzar la capacitat industrial instal·lada.
- Organitzatius: El TPM busca enfortir el treball en equip, crear un espai a on cada persona pugui aportar el millor de si mateixa, tot això amb el propòsit de fer del lloc de treball un entorn creatiu, segur, productiu i a on treballar sigui realment gratificant.

El TPM introdueix el concepte OEE (Overall Equipment Effectiveness; Eficiència General dels Equips) i indica la eficiència productiva de les màquines amb respecte a la màquina ideal. Per tant el TPM busca que el OEE sigui elevat, major del 90%, és a dir que de cada 100 peces bones que la màquina pugui produir, produeixi 90. D'aquesta manera es busca crear les condicions adequades per a evitar les reparacions d'urgència i emfatitzar la prevenció dels problemes des de la fase de planificació.

Per aconseguir aquest objectiu el concepte tradicional de manteniment de les instal·lacions ha de ser ampliat. El nou concepte ha de recollir el significat de manteniment i millora de la qualitat de tot el procés de producció constituït per les màquines pels mètodes, per les instal·lacions i per les persones que addicionen valor als productes i serveis.

Els principis en els que es basa el TPM son els següents:

- Obtenir un sistema de manteniment fiable, capaç d'impedir parades freqüents en les instal·lacions.
- L'operari és la persona que millor coneix la màquina. Considerant el punt anterior, és oportú que l'operari prengui part en l'equip de treball.

- Neteja, lubricació, ajust i inspecció son elements fonamentals per a la reducció del número de problemes
- Manténir el cost de manteniment sota control.

El TPM pot ser avantatjós perquè:

- Ajuda a incrementar la productivitat de la planta.
- Incrementa la qualitat dels productes, reduint els defectes dels processos.
- Incrementa la seguretat i pot ajudar a reduir els accidents a la planta.
- Redueix el temps de posta en marxa de nous equips i productes
- Incrementa el temps operatiu dels equips.

La seguretat i el medi ambient són un pilar transversal en TPM, és necessari preservar la integritat de les persones i disminuir l'impacte ambiental en cada operació, equip o instal·lació de la organització. El propòsit d'aquest pilar consisteix en crear un sistema de gestió integral de seguretat i medi ambient amb l'objectiu d'aconseguir “zero accidents” i “zero contaminació”, portant els principis del sistema de gestió a tots els nivells de la organització. La integritat de les persones i l'impacte ambiental són objectius que contribueixen a la millora de la productivitat, un lloc de treball segur i un entorn agradable. Tots ells són escenaris ideals per a la recerca de les operacions eficients.

### **2.1.3.8 Poka – Yoke**

Terme que en japonès es tradueix “a prova d'errors” i consisteix en una tècnica proposada per Shigeo Shingo en els anys 60 per impedir el treball defectuós.

L'objectiu és crear un procés on els error sigui impossibles de realitzar. El Poka-Yoke ajuda als operaris a treballar fàcilment i, al mateix temps, elimina els problemes relacionats amb els defectes, la seguretat, els errors de funcionament, etc. sense exigir una atenció especial dels operaris.

Les causes dels errors causades pel factor humà en les operacions són les següents:

1. Oblit del operari
2. Comprensió incorrecte o inadequada
3. Falta o error d'identificació
4. Falta d'experiència del treballador
5. Ignorància de normes o política
6. Descuit
7. Lentitud
8. Falta de documentació en els procediments de les operacions
9. Situacions inesperades
10. Falta de coneixement, capacitació i integració del operari amb l'operació

El sistema Poka-Yoke, permet prevenir errors humans que es converteixen en defectes de producció o servei final. Encara que un operari faci un error, el Poka-Yoke evitarà els defectes. La clau per obtenir un 100% de qualitat, consisteix en evitar els defectes en l'origen i evitar que arrosseguem l'error fins al final, ocasionant errors més greus.

Algunes de les qüestions a tenir en compte alhora de l'aplicació del Poka-Yoke són les següents:

- Control en l'origen, a prop de la font del problema.
- Establiment dels mecanismes de control que ataquin diferents problemes, de tal manera que l'operador sàpiga amb certesa quin problema té d'eliminar i com ho fa de fer amb una perturbació mínima en el sistema d'operació.
- Estudiar amb gran detall l'eficiència, les complicacions tecnològiques, les habilitats i els medis disponibles i mètodes de treball.
- Simplificar dins de lo possible els mètodes de control.
- El Poka-Yoke és la principal eina per arribar a la millora continua, perquè motiva les activitats de resolució continua de problemes.

Les funcions principals del sistema Poka-Yoke són:

- Inspeccionar el 100% de les partides produïdes
- Retroalimentació i acció correctiva contra les anomalies detectades

El Poka-Yoke es pot classificar en diversos mètodes segons (Hiroyuki, 2000)

- Mètodes de contacte: Són mètodes on un dispositiu sensitiu detecta anomalies en l'acabat o en les dimensions de la peça, on pot haver contacte o no entre el dispositiu i el producte.
- Mètode de valor fix: Amb aquest mètode, les anomalies son detectades per mitja de la inspecció d'un numero específic de moviments, en casos on les operacions tenen de repetir-se un numero determinat de vegades. En resum, determina si es realitza un numero donat de moviments.
- Mètode del pas-moviment: Determina si s'han seguit els passos o moviments establerts d'un procediment.

### **2.1.3.9 La dimensió humana del pensament lean.**

Durant molt temps s'han analitzat els factors rellevants per el bon funcionament de l'empresa, sense incloure en ells el factor humà. Però ara, en les organitzacions empresarials actuals, el factor humà ha guanyat molta importància, considerant-lo com un element clau per l'èxit de l'organització i un element dinamitzador de la competitivitat empresarial actual. La persona deixa de ser considerada com un simple servidor en el seu lloc de treball per ser vista com una font de incalculable valor econòmic en si mateixa.

En les organitzacions, el factor humà es pot definir com un fenomen multidimensional subjecte a la influencia de una infinitat de variables internes i externes.

- Factors interns s'entén els relatius a les característiques de les persones: capacitat d'aprenentatge, de motivació, de percepció dels ambients interns i externs, d'actitud, d'emocions, valors, etc.
- Factors externs es troben els sistemes de recompenses, com els incentius i càstigs, de factors socials, de polítiques, de cohesió grupal existent, etc

El paper del treballadors en la Producció *lean* ha sigut objecte de molta atenció en la literatura. En concret, son varis els treballs que deixen patent la importància que, per aquest model, posseeix el compromís dels treballadors amb l'empresa (Cusumano, 1994; Harrison i Storey, 1996; Gagnon i Michael, 2003; Suzuki, 2004).

La producció *lean* canvia la forma de treballar de les persones fent les seves tasques més motivadores al donar-los hi més responsabilitat.

Existeixen nombroses maneres de motiva als treballadors de l'empresa, entre les que es troben:

- Ambient de treball positiu: Fomentant la creativitat, les noves idees, la iniciativa, la pro-activitat, etc.
- Participació en les decisions: Facilitant als treballadors un àmbit de confiança i respecte adequat per prendre decisions.
- Involucrar ens els resultats: Fer saber al treballador com pot afectar el seu treball als resultats de l'empresa.
- Sentit de pertànyer al grup: Fer que el treballadors es senti part de l'empresa.
- Ajudar a créixer: Proporcionar la formació que potencii les habilitats.
- Feed-Back: Proporcionar un flux retro-alimentari en el desenvolupament del procés per aconseguir la seva millora.
- Escoltar: Fer que el treballador participi en les reunions, donant-li l'oportunitat de tractar els temes que el preocupin.
- Agraïment: Agrair els esforços i les metes obtingudes.
- Premiar l'excel·lència: Premiar amb aquells treballadors que presentin un treball en les seves funcions extraordinari.

La visió del factor humà que realitza la producció *lean* es caracteritza pels següents aspectes:

- Unitat de concepció i execució en el treball de producció.
- Descentralització de la presa de decisions.
- Jerarquies menys verticals en l'estructura organitzativa.
- Col·laboració entre enginyers i treballadors.
- Col·laboració entre treballadors de manteniment i producció.
- Interacció entre departaments de producció i disseny.

Les funcions i el comportament que s'espera dels treballadors, son clarament diferents en un sistema productiu *lean* que en un sistema productiu tradicional. A diferencia d'altres metodologies, el *lean* afecta a cada aspecte del treball i a tots els treballadors.



## 2.2. La Sostenibilitat

### 2.2.1 La sostenibilitat o desenvolupament sostenible

Es diu que el desenvolupament d'una societat és sostenible quan satisfà les necessitats de les generacions actuals sense hipotecar la capacitat de les generacions futures de satisfer les seves pròpies necessitats (World Commission of Environment and Development, 1987).

Daly (1989) va formular tres principis bàsics que han de permetre avançar cap a un desenvolupament sostenible amb un món amb límits:

1. Per a una font de recursos renovables, no consumir-la a una velocitat superior a la de renovació natural de la mateixa.
2. Per a una font no renovable, no consumir-la sense dedicar la part necessària d'energia resultant per desenvolupar una nova font que, esgotada la primera, permeti continuar de les mateixes prestacions.
3. Per a un residu, no generar més que el que la claveguera corresponent no sigui capaç d'absorbir i inertitzar de manera natural.

Al 1992 es va fer un pas important amb la Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient celebrada a Rio de Janeiro i més coneguda com la "Cimera de la Terra". En aquesta conferència van ser-hi presents els Caps d'Estat i de Govern de 178 països, a més de representants de 1000 organitzacions no governamentals i més de quaranta mil representants del món econòmic, industrial i científic. La Conferència va aprovar cinc documents (entre ells la Declaració i l'Agenda 21).

Els avenços internacionals des del 1992 no han estat gaire significatius. Destaquen la primera sessió de la Comissió sobre el Desenvolupament Sostenible l'any 1993, la creació al 1994 del Fons Mundial per el Medi Ambient i la Cimera de Kyoto, celebrada al 1998 amb la presència de Caps d'Estat i de Govern de tot el món.

En referència a les empreses, en l'àmbit internacional s'han proposat diferents codis orientadors sobre la seva actuació vers el medi ambient. La majoria es basen en la necessitat que aquestes assumeixin voluntàriament el seu compromís amb el medi ambient. En l'àmbit privat un exemple d'aquests codis son els "principis CERES" (Bennett, Freierman i George 1993) i en l'àmbit institucional "cartes de les empreses per al desenvolupament sostenible".

CERES va començar a treballar el 1988 després d'una reunió sostinguda entre els membres del Fòrum Social d'Inversions, una associació de firmes d'inversors socialment responsables, i per fons públics de pensions, que van decidir formar una aliança amb les organitzacions mediambientals líders, per trobar la manera de bolcar les inversions cap a un medi ambient saludable.

Després de més d'un any de delicades negociacions, va néixer la Coalició per a Economies Responsables cap al Medi Ambient, CERES.

En la tardor de 1989, CERES va anunciar la creació dels Principis Valdez (rebatejats Principis CERES), un codi de 10 ítems sobre el comportament que les companyies hauran de tenir en compte en l'ordre que les mateixes s'enquadren dins dels principis d'ètica mediambiental. Adquirint el compromís d'aquest codi de conducta les empreses han de presentar informes periòdics sobre les seves estructures de direcció cap al medi ambient i els resultats obtinguts.

Les empreses en funció de la seva activitat tenen una repercussió mediambiental que en alguns casos és considerablement important. És per aquesta raó que es fa necessari que les empreses assumeixin la seva quota de responsabilitat en la protecció del medi ambient sense que aquesta assumpció els suposi cap tipus de desavantatge competitiu o disminució del rendiment de l'activitat.

Els aspectes més conflictius de l'activitat industrial són les emissions de contaminants i la generació de residus sòlids i líquids, ja que el medi natural no pot digerir les enormes quantitats de contaminants que l'home genera diàriament.

### **2.2.2 Les tres dimensions del desenvolupament sostenible**

Actualment existeixen múltiples interpretacions del concepte de desenvolupament sostenible i totes coincideixen en que, per aconseguir-ho, les mesures a considerar han de ser econòmicament viables, respectuoses amb el mediambient i ser socialment equitatives.

Solament les empreses competitives i que generen beneficis són capaces de contribuir al desenvolupament sostenible creant riquesa sense posar en perill les necessitats socials i mediambientals de la societat.

Com s'ha indicat anteriorment la sostenibilitat té una triple dimensió:

- La sostenibilitat econòmica: preten impulsar el nostre creixement. Significa que les generacions futures siguin més riques, tinguin una major renda per càpita i qualitat de vida. Un comportament sostenible implica des del punt de vista econòmic crear valor:
  - ✓ A l'accionista o propietari garantint un ús adequat del seu capital i el compliment dels seus interessos.
  - ✓ Al client, atenent a les seves demandes oferint preus competitius i bens i serveis de qualitat (atenció a les queixes, consultes, suggerències...)
  - ✓ A la societat en el seu conjunt preservant i creant treball, pagant salaris justos, i ajudant a aconseguir el grau de confiança necessari per al correcte funcionament d'una econòmica de mercat.

Solament les empreses rentables són sostenibles i tenen capacitat de portar a terme pràctiques socialment responsables.

- La sostenibilitat social: preten que les generacions futures tinguin les mateixes o més oportunitats que les generacions anteriors. Pretén fonamentar la nostra economia mitjançant incentius per a la millor de la educació, del coneixement i de la innovació. En aquesta dimensió social a més a més està implícit el concepte de equitat. Existeixen tres tipologies de equitat:
  - ✓ La equitat intergeneracional. Suposa considerar en els costos de desenvolupament econòmic present la demanda de generacions futures.
  - ✓ La equitat intrageneracional. Implica incloure als grups més desfavorits (per exemple dones o discapacitats) en la presa de decisions.
  - ✓ La equitat entre països, sent necessari un canvi en les relacions entre els països desenvolupats i els que estan en vies de desenvolupament.
- La sostenibilitat mediambiental: preten garantir una gestió responsable i sostenible dels recursos naturals. I ho és per dos motius:
  - ✓ Millorar la productivitat i competitivitat de la empresa. Hem de reconèixer que la contaminació ambiental és provocada per la ineficiència dels processos industrials.
  - ✓ Deixar a les generacions futures un entorn natural igual o millor que l'actual. Implica reduir les emissions contaminants, una major eficiència en la utilització de l'aigua, el sol o els recursos naturals. La lluita contra el canvi climàtic i la protecció del mediambient obren noves oportunitats laborals.

Les empreses i els particulars estem aprenent a produir i a consumir d'una altra manera, amb valors que tenen a veure més amb la responsabilitat i la sostenibilitat, les quals generen idees i ganes de innovar.

### **2.2.3 Evolució dels conceptes mediambient i sostenibilitat.**

A continuació en base els estudis realitzats (Aragón Correa, 1998; Fundación Entorno, 1998; Lamprecht 1996; Hunt i Johnson, 1996; EPA 2017) descriurem els principals esdeveniments que cal destacar quan es fa referència a la gestió ambiental.

Els conceptes associats a la gestió mediambiental i al desenvolupament sostenible han anat evolucionant al llarg de la història, però les seves fites més importants comencen amb la revolució industrial.

La revolució industrial va introduir importants canvis en el creixement econòmic dels països a finals del segle XVII i principis del XIX. Es va passar d'una economia centrada en el sector primari i en l'artesà, a una economia basada en la producció a gran escala desenvolupada a les fàbriques, i basa en l'aprofitament intensiu de recursos limitats.

A l'any 1968 es va crear el Club de Roma. Reunia a personalitats importants (científics, economistes, polítics, caps d'estat i associacions internacionals) i buscava la promoció d'un creixement estable i sostenible de la humanitat.

En la década de 1970, els països industrialitzats es van donar compte que les activitats industrials tenien un impacte econòmic i social, però que també tenien un impacte en el mediambient. Van començar a preocupar-se més per aquests temes.

A més a més, durant els anys 70, després d'una llarga etapa de creixement econòmic dels països capitalistes (1951-1973) va augmentar la preocupació pels problemes mediambientals. En aquest sentit, la espectacular pujada dels preus del petroli i la alarma sobre la seva capacitat d'esgotament va causar una crisi internacional, i va ser un primer avís sobre l'esgotabilitat dels recursos naturals.

L'any 1972 es va celebrar la Conferència de les Nacions Unides sobre el Medi Humà i el Club de Roma va publicar l'informe titulat "els límits del creixement" elaborat per l'Institut Tecnològic de Massachusetts. El document presentava els resultats de les simulacions efectuades per ordinador de la evolució de la població humana sobre la base de la explotació dels recursos naturals, i feia previsions fins l'any 2100. Un dels resultats més destacats i preocupants era la dràstica reducció de la població que es produiria durant el segle XXI a causa de la contaminació, la pèrdua de terres de conreu i la escassetat de recursos energètics.

El 16 de Juny del mateix any, va tenir lloc a Estocolm, la Conferència sobre Medi Ambient de les Nacions Unides. Era la primera cimera de la Terra, en la que es manifestava a nivell mundial la preocupació per la problemàtica ambiental global.

Al 1980, la Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa (UICN) va publicar l'informe titulat "Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales", que intensificava els principals destructors de l'hàbitat (pobresa, pressió poblacional, desigualtat social, i aspectes d'intercanvi comercial).

Un any més tard, el Consell Mediambiental d'Estats Units va publicar l' "Informe Global 2000" que divulgava la biodiversitat com un factor crític per al bon funcionament del planeta.

L'any 1982, es va introduir la Carta Mundial de la ONU per la Naturalesa, que adoptava el principi de respecte a tota forma de vida i que incentivava un equilibri entre la dependència humana dels recursos naturals i el control de la seva explotació.

A Estats Units es va crear l' Institut de Recursos Mundials (WRI), amb l'objectiu de promocionar la protecció del Medi Ambient de la terra i la seva capacitat de satisfer les necessitats i les aspiracions de les generacions presents i futures.

Un any més tard, la Assemblea General de la ONU va crear la Comissió Mundial sobre Medi Ambient i Desenvolupament, i al 1984 es va celebrar la primera reunió de la comissió per a establir una agenda global per al canvi climàtic.

L'any 1987, la Comissió Mundial sobre Medi Ambient i Desenvolupament va elaborar l'Informe de Brundtland titulat "Nuestro Futuro Común", en el que es formalitzava per primera vegada la definició de desenvolupament sostenible.

El Juny de 1992, es va celebrar la segona Cimera de la Terra a Río de Janeiro. Es va crear l'Agenda 21, es va aprova el Conveni sobre Canvi Climàtic, el Conveni sobre la Diversitat Biològica (Declaració de Río), i la Declaració de Principis relatius a els Boscos. Durant la cimera, es va modificar la primera definició de desenvolupament sostenible de l'Informe de Brundtland, centrada en la preservació del Medi Ambient i el consum sostenible de recursos naturals no renovables, i es van introduir tres pilars bàsics: el progrés econòmic, la justícia social, i la preservació del Medi Ambient.

L'any 1993 es va aprovar el cinquè programa d'acció en matèria de Medi Ambient de la Unió Europea titulat "Hacia un desarrollo sostenible". Es va presentar la nova estratègia comunitària en matèria de Medi Ambient i desenvolupament sostenible per al període 1992-2000.

Al maig de 1994 es va celebrar la primera Conferència de Ciutats Europees Sostenibles, a Aalborg, Dinamarca. Es va elaborar la Carta de Aalborg. I a l'octubre de 1996 es va celebrar la segona edició a Lisboa. El resultat va ser el document titulat "Plan de actuación de Lisboa: de la Carta a la acción".

Al desembre de 1997 es va celebrar el Protocol de Kyoto de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, i va entrar en vigor l'any 2005.

L'any 2000 es va celebrar la tercera Conferència de Ciutats Europees Sostenibles a Hannover, i es va elaborar la "Declaración de Hannover de los líderes (Harrison, 1996) (Gagnon, 2003) (Suzuki, 2004) mundiales en el umbral del siglo XXI"

Un any més tard, l'any 2001, es va aprovar el sisè programa d'acció en matèria de medi ambient de la Unió Europea, i es va elaborar el document titulat "Medioambiente 2010: el futuro en nuestras manos". El document pretenia definir les prioritats i objectius de la política medi ambiental dels països membres fins al 2010 i després del 2010, i les mesures a adoptar per a contribuir a l'aplicació de la estratègia de desenvolupament sostenible de la Unió Europea. També es va publicar el Llibre Verd de la Unió Europa, per a fomentar la responsabilitat social de les empreses.

Al setembre del 2002, se va celebrar la Conferència Mundial sobre Desenvolupament Sostenible a Johannesburg (Río +10, Cumbre de Johannesburg). Es va reafirmar el desenvolupament sostenible com element central de l'Agenda 21 i l'acció global per a la lluita contra la pobresa i la protecció del medi ambient.

Al febrer del 2004, va tenir lloc la setena reunió de la Conferència sobre la Diversitat Biològica. El resultat va ser la "Declaració de Kuala Lumpur". El document ha creat un descontent entre els països donat que, segons diverses al·legacions, no estableix un compromís clar per part dels estats industrialitzats per finançar els plans de conservació de la biodiversitat.

Durant el mateix any, es va celebrar la Conferència Aalborg +10, sota el lema "Inspiració per al futur", i es va fer una crida als governs locals i regionals europeus per unir-se a la firma dels compromisos d'Aalborg i per formar part de la campanya europea de ciutats i pobles sostenibles.

L'any 2005 va entrar en vigor el Protocol de Kyoto sobre la reducció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Al gener del 2006 es va publicar la Comunicació de la Comissió al Consell i al Parlament Europeu sobre una estratègia temàtica per al medi ambient urbà, que constitueix una de les set estratègies del sisè programa d'acció en matèria de medi ambient de la Unió Europea. L'objectiu és contribuir a una millor qualitat de vida i benestar social per als ciutadans amb un medi ambient en el que els nivells de contaminació no tinguin efectes perjudicials sobre la salut humana i l'entorn, i fomentant un desenvolupament urbà sostenible.

Al juny del 2006 es va aprovar la nova estratègia de desenvolupament sostenible de la Unió Europea, en la que la investigació i el desenvolupament ocupen un lloc destacat.

L'any 2007, es va celebrar la Cimera de Bali, amb l'objectiu de redefinir el Protocol de Kyoto, adequant-lo a les noves necessitats amb respecte al canvi climàtic. Estats Units i la Xina (principals emissors i contaminants del planeta) es van negar a subscriure els seus compromisos.

Durant el mateix any es va aprovar el setè programa d'acció en matèria de medi ambient de la Unió Europea per al període 2007-2013.

Al juny del 2009 es realitza una revisió de la estratègia de desenvolupament sostenible de la Unió Europea.

Al desembre del 2009 va tenir lloc la Conferència de les Nacions Unides sobre Canvi Climàtic a Copenhaguen, Dinamarca, i es va assumir el compromís de reducció del 30% de les emissions contaminants i un augment del 20% en la utilització d'energies renovables.

Per al any 2010, una de les cites programades va ser la Expo 2010 de Shangai titulada “Mejor ciudad mejor vida”

L'any 2012, la ONU va organitzar la tercera Conferència sobre el desenvolupament, coneguda com a Río+20, la qual va convocar a 192 Estats membres, empreses del sector privat, ONG i altres organitzacions. El resultat va ser un document no vinculant anomenat “El futur que volem” mitjançant el qual els països es van comprometre a seguir treballant en pro del desenvolupament sostenible i promoció d'un futur econòmic, social i ambientalment sostenible per al planeta i per a les generacions presents i futures.

El primer de Gener del 2016 va entrar en vigor la nova Agenda de Desenvolupament Sostenible per als pròxims 15 anys.

# **CAPÍTOL 3**

## **ESTAT DE L'ART**

---



### **3. Estat de l'art**

#### **3.1 Revisió sistemàtica**

En el present estudi s'aplica una revisió sistemàtica de la literatura amb l'objectiu d'avaluar la contribució de la gestió *lean* a la sostenibilitat, principalment mediambiental, i el seu impacte en el rendiment financer de l'empresa a través de l'estat de l'art de les investigacions relacionades amb el tema. Seguint a Espejo (2007), els objectius que es desitgen cobrir són: 1) Definir i clarificar en que consisteix el model *lean and green*; 2) Recopilar investigacions prèvies per a facilitar la tasca d'investigació a futurs estudis; 3) Realitzar una avaluació crítica, identificant models, relacions, contradiccions i inconsistències existents en la literatura i 4) Descobrir futures línies d'investigació.

A diferència de la revisió bibliografia que comporta qualsevol treball d'investigació, una revisió sistemàtica es pot definir com la revisió d'una qüestió utilitzant mètodes sistemàtics per a identificar, seleccionar i valorar críticament investigacions rellevants sobre aquest tema Martin *et al.* (2006), per el que, es pot considerar com a una investigació original. Mentre que les revisions tradicionals poden ser segades, limitant-se a treballs que donen suport al discurs de l'autor, en les revisions sistemàtiques es dona la garantia de realització sota normes rigoroses (objectivitat, sistematització i la possibilitat de replicar l'experiment) com en una investigació empírica. A més a més en una revisió sistemàtica és possible aplicar mètodes estadístics que permetin sintetitzar els resultats dels treballs revisats i extreure noves conclusions, la revisió sistemàtica es converteix en un meta- anàlisis.(Littell *et al.*, 2008)

#### **3.2 Materials i mètodes**

##### **3.2.1 Identificació del camp d'estudi i del període a analitzar**

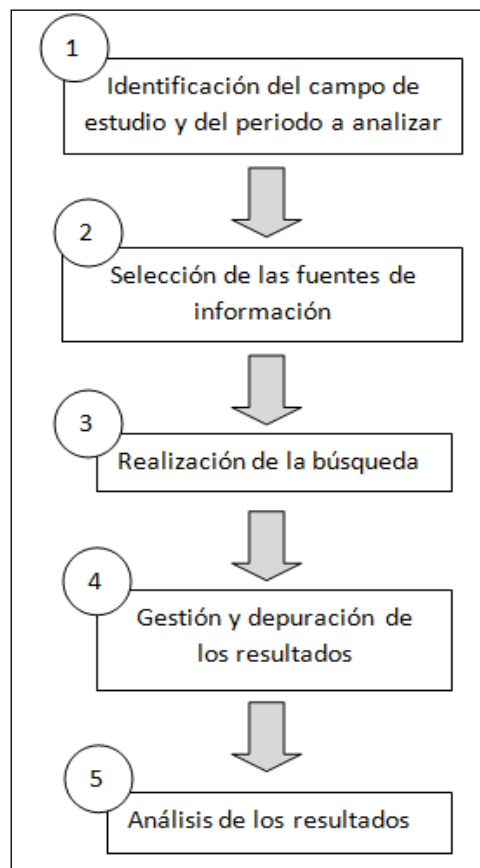
Aquest treball realitza una revisió sistemàtica i posterior anàlisis de la bibliografia existent sobre la temàtica *lean and green*, incloent el seu impacte en els resultats de l'empresa. Finalment basant-se en Martínez i Moyano (2014), estenem el concepte de sostenibilitat a totes les seves facetes per a captar el estat de l'art de la investigació.

S'ha seguit el model presentat en Medina *et al.* (2010) que assegura l'adaptació de les eines bibliomètriques a l'àrea d'organització de la producció. En concret s'han desenvolupat cinc etapes, com mostra la figura 8, que assegurin una revisió efectiva i estructurada de la literatura.

La primera de les activitats a desenvolupar és la identificació del camp d'estudi que busquem analitzar. En el nostre cas la recerca sistemàtica de bibliografia es realitzarà a través de publicacions rellevants sobre la relació entre *lean management*, sostenibilitat i rendiment empresarial. S'avaluarà si aquesta temàtica ocupa una part fonamental en les obres consultades.

S'estableix un període d'anàlisi des de 1990 fins a l'actualitat. El punt de partida és l'any que es va publicar l'obra de referència que va popularitzar mundialment el pensament *lean*, titulada "The machine that change the world" (Womack *et al.*, 1990). A la dècada de 1990 sorgeixen els primers treballs sobre la relació entre el sistema *lean* o Just in time (JIT) i la gestió ambiental, també popularitzada per la norma ISO 14001:1996. S'han inclòs treballs anteriors a 1990 que estudien els vincles entre JIT i alguna faceta de la sostenibilitat. El punt final era l'estiu del 2014 però es va ampliar fins a desembre de 2014 per a recollir el número especial de Journal of Cleaner Production.

**Figura 8:** Fases del procés de recerca bibliogràfica. Adaptació de Medina *et al.* (2010)



### 3.2.2 Selecció de les fonts d'informació

Una vegada establert el camp d'estudi, s'han considerat les possibles fonts en les que trobar informació: revistes científiques i professionals, actes de congressos, tesis doctorals, llibres, informes o pàgines web. Les publicacions en revistes científiques, per els seus processos de selecció, ofereixen la garantia de treballs rellevants i metodològicament correctes. S'ha volgut destacar la primera tesis sobre *lean and green* (Rothenberg, 1990).

Els treballs en revistes es van localitzar a partir de recerques en Web of Science (WOS) i en les principals bases de dades bibliogràfiques tals com Science Direct (Elsevier), Emerald Insight, Compendex i Business Source Premier (EbscoHost). Això assegura una selecció de revistes que cobreixen les àrees de producció, gestió d'operacions, gestió empresarial i comptabilitat i que ocupin posicions rellevants en quant al seu factor d'impacte en el Journal Citation Report (JCR), tot i que també s'han utilitzat revistes no indexades.

### 3.2.3 Realització de la recerca

Per a completar l'estratègia de recerca, una vegada identificats els camps d'estudi, el període de temps a analitzar i les fonts d'informació, s'ha de determinar els criteris de recerca a utilitzar.

La recerca es realitzarà de forma automàtica, a través de les bases de dades anomenades, mitjançant les paraules o termes claus que freqüentment s'utilitzen en la literatura per a descobrir els principis i pràctiques relacionades amb el *lean management*, la sostenibilitat i el rendiment empresarial. S'ha optat per la recerca automàtica perquè és molt més eficient que la recerca manual. Les paraules clau (en anglès) que s'han considerat més rellevants són:

- Paraules clau relacionades amb el *lean management*: *lean*, *lean management*, *lean production*, *lean manufacturing*, *Toyota Production System (TPS)* o *Just-in-Time (JIT)*.
- Paraules clau relacionades amb la sostenibilitat: *Green*, *Sustainable*, *Sustainability*, *Environment*, *Environmental impacts*, *Eco-Efficiency*, *waste management*, *Emissions*, *ISO 14000* y *Energy efficiency*.
- Paraules clau relacionades amb el rendiment empresarial: *Financial performance*, *operating performance*, *business performance*, *financial analysis*, *economic analysis*, *manufacturing performance* y *competitive advantage*.

### 3.2.3 Gestió i depuració dels resultats

Per a la gestió dels resultats es recomanable utilitzar un gestor de bibliografia (com RefWorks o Mendeley). Això permet que una vegada localitzats els articles a través de la estratègia de recerca citada anteriorment, es poden revisar per a comprovar si realment corresponen als conceptes que es pretenen analitzar. Per això, es revisen el títol, les paraules clau i el resum de cada treball. Aquest pas permet classificar els treballs en tres categories: seleccionats, falsos positius (a descartar perquè no corresponen al tema) i dubtosos. Els dubtosos exigeixen una lectura més detallada. Una vegada revisats els dubtosos i descomptats els falsos positius, es disposa, a priori, dels treballs rellevants en el tema objecte de la investigació. A través de les seves referències s'arriba també a altres treballs que potser inicialment no s'havien localitzats. El pas següent és l'anàlisi dels documents seleccionats: identificar els aspectes rellevants del tema, les aproximacions teòriques i metodològiques, les variables associades i les conclusions.

## 3.3 Resultat i discussió

Els articles seleccionats s'han classificat segons les relacions que en ells tractaven, conformant les següents línies d'investigació: (i) *lean management* i resultat empresarial; (ii) Sostenibilitat ambiental i resultat empresarial; (iii) *lean management* i sostenibilitat ambiental: *lean and green*; (iv) *lean management*, sostenibilitat (en tots els seus aspectes) i resultat empresarial. D'aquesta manera es pretén avaluar l'efecte positiu de les pràctiques *lean* i de sostenibilitat, per separat, sobre la rendibilitat i la influència de les sinergies *lean and green* (Sartal *et al.*, 2012).

### 3.3.1 Relació entre el *lean management* i el resultat empresarial

La taula 4 mostra les referències de 43 treballs i detalla per ordre cronològic, autors, dates, títols, països, revistes, mètodes d'estudi i temes, que analitzen les relacions entre l'aplicació dels sistemes de producció JIT (en la seva majoria utilitzen aquesta terminologia) i els resultats de l'empresa, mesurats a través dels ratis de rendibilitat ROS (rendibilitat de les vendes) i ROA (rendibilitat de l'actiu).

**Taula 4:** Revisió de la literatura (en ordre cronològic) sobre les relacions entre lean management i resultat empresarial

<b>Authors (Year)</b>	<b>Title</b>	<b>Nation</b>	<b>Journal/Book</b>	<b>Method</b>	<b>Results</b>
Kaplan & Atkinson (1989)	Advanced management Accounting.	USA/ UK	Prentice-Hall	Theoretical Study	Production improvements are assumed to bring indirect and direct financial savings
Anderson, Needles Jr. & Caldwell (1989)	management Accounting.	USA	Houghton Mifflin Co.	Theoretical Study	Production improvements are assumed to bring indirect and direct financial savings
Inman & Mehra (1993)	Financial justification of JIT implementation.	USA	International Journal of Operations & Production Management	Regression	Firm performance improves as a result of JIT adoption.
Huson & Nanda (1995)	The impact of just-in-time manufacturing on firm performance in the US.	USA	Journal of Operations Management	Simultaneous equations	After lean production adoption, unit costs, inventory turnover, earnings per share increase while labor needs and gross margins decrease
Alles, Datar & Lambert (1995)	Moral hazard and management control in just-in-time settings.	USA	Journal of Accounting Research	Multi-input simulation model	Firms that implement JIT systems attempt to reduce work in process (WIP) inventories
Ittner & Larcker (1995)	Total quality management and the choice of information and reward systems.	USA	Journal of Accounting Research	Theoretical Study	TQM have not yielded significant economic benefits
Mohrman et al. (1995)	Total quality management: practice and outcomes in the largest US firms.	USA	Employee Relations	Survey	TQM practices are positively related to market share for manufacturing companies.
Germain, Droge & Spears (1996)	The implications of just-in-time for logistics organization management and	USA	Journal of Business Logistics	Regression	JIT results in greater financial performance relative to industry peers.

	performance.				
Balakrishna, Linsmeier & Venkatachalam (1996)	Financial benefits from JIT adoption: effects of customer concentration and cost structure.	USA/ France	The Accounting Review	Survey	Data do not support the prediction that firms with lower committed costs will report a greater ROA response than firms with a higher proportion of committed costs
Biggart (1997)	The effects of just-in-time inventory system adoption on firm performance.	USA	Dissertation. The Florida State University	Regression	No evidence of a significant effect of lean production adoption on ROA is found.
Jayaram & Vickery (1998)	Supply-based strategies, human resource initiatives, procurement lead time, and firm performance.	USA	Journal of Supply Chain Management.	Case study	Procurement lead time is significantly related to overall firm performance, especially market share and market share growth
Claycomb, Droge & Germain (1999)	The effect of just-in-time with customers on organizational design and performance.	USA	International Journal of Logistics Management.	Regression	JIT use with customers results in better financial performance.
Claycomb, Germain & Droge (1999)	Total system JIT outcomes: inventory, organization and financial effects.	USA	International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	Regression	The greater the share of JIT transactions, the greater ROI, ROS, and firm profitability.
Callen, Fader & Krinsky (2000)	Just-in-time: a cross-sectional plant analysis.	Canada	International Journal of Production Economics	Regression	JIT adoption results in lower costs and higher profits.
Fullerton & McWatters (2001)	The production performance benefits from JIT implementation.	USA	Journal of Operations Management	Analysis of Variance	Greater JIT implementation results in greater profitability improvement.
Kinney & Wempe (2002)	Further evidence on the extent and origins of JIT's profitability effects.	USA	The Accounting Review	Profitability and return on assets improve after JIT adoption.	Profitability and return on assets improve after JIT adoption.

Yusuf & Adeleye (2002)	A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK.	UK/ Nigeria	International Journal of Production Research	Survey	Competing simultaneously on multiple competitive capabilities enhance performance better than a rather narrow focus on cost and quality.
Lau (2002)	Competitive factors and their relative importance in the US electronics and computer industries.	USA	International Journal of Operations & Production Management	Empirical study	Achieving high quality or low cost alone is not enough to improve or sustain a firm's competitive position and there is a need to explore the emerging role of innovation and advanced manufacturing technology for achieving sustainable competitive advantage.
Fullerton, McWatters & Fawson (2003)	An examination of the relationships between JIT and financial performance.	USA	Journal of Operations Management.	Regression	Three lean production practice bundles are associated with greater firm performance.
Ahmad, Mehra & Pletcher (2004)	The perceived impact of JIT implementation on firms' financial/growth performance.	USA	Journal of Manufacturing Technology Management	Empirical study	Direct and indirect effects from JIT practices on financial/growth performance are almost non-existent.
Green Jr, Medlin & Whitten (2004)	Developing optimism to improve performance: an approach for the manufacturing sector.	USA	Industrial Management & Data Systems	Structural equation modelling	Managers may improve individual and organizational performance by raising levels of employee optimism and that levels of optimism may be raised through development of an optimism subculture and implementation of a goal setting process.
Green Jr & Inman (2005)	Using a just-in-time selling strategy to strengthen supply chain linkages.	USA	International Journal of Production Research	Correlation and structural equation modelling	Implementation of a JIT-selling strategy to strengthen supply chain linkages will result in improved organizational performance.

Meade, Kumar & Houshyar (2006)	Financial analysis of a theoretical lean manufacturing implementation using hybrid simulation modeling.	USA	Journal of Manufacturing Systems	Multi-period simulation model	The period-by-period gains in operational efficiency, resulting from process improvements brought by a lean program, will not counteract the negative impact from the accounting system on the income statement while inventories continue to be reduced.
Narasimhan, Swink & Kim(2006)	Disentangling leanness and agility: an empirical investigation.	USA/ Korea	Journal of Operations Management	Survey	The results confirm the existence of homogeneous groups that resemble lean and agile performing plants, and they identify important differences pertaining to their constituent performance dimensions.
Achanga et al. (2006)	Critical success factors for lean implementation within SMEs.	UK	Journal of manufacturing Technology Management	Literature review and case study	Leadership, management, finance organizational culture and skills and expertise, amongst other factors; are classified as the most pertinent issues critical for the successful adoption of lean manufacturing within SMEs environment.
Matsui (2007)	An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies.	Japan	International Journal of Production Economics	Canonical correlations	JIT production systems contribute to competitive performance outcomes such as lower manufacturing costs.
Avittathur & Swamidass (2007)	Matching plant flexibility and supplier flexibility: lessons from small suppliers of U.S. manufacturing plants in India.	India/ USA	Journal of Operations Management	Regression	Profitability is highest when an inflexible plant uses small inflexible suppliers. Profitability is above average when a flexible plant uses flexible small suppliers. In contrast, if there is a mismatch of plant flexibility with supplier flexibility, the profitability is below



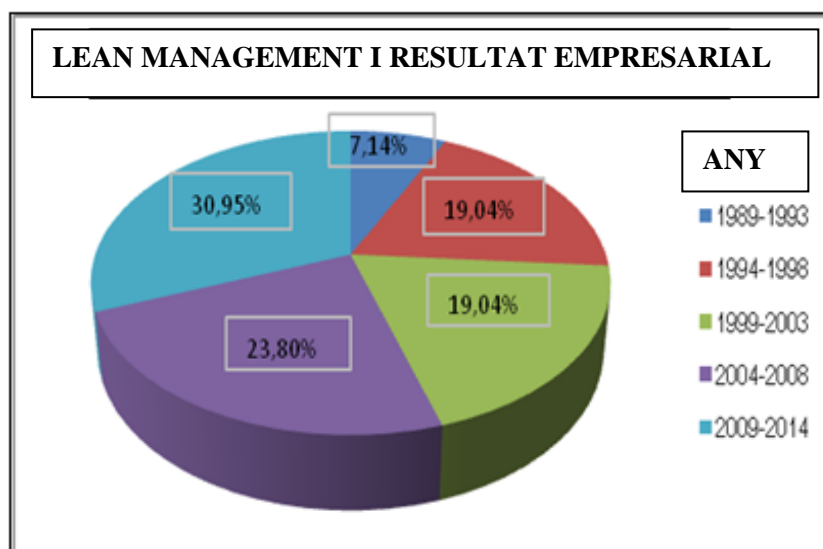
					average.
Vazquez-Bustelo, Avella & Fernandez (2007)	Agility drivers, enablers and outcomes.	Spain	International Journal of Operations and Production Management	Structural equation modeling	In turbulent environments, the integrated use of agile manufacturing practices promotes manufacturing competitive strength, leading to better operational, market and financial performance.
Jayaram, Vickery & Droge (2008)	Relationship building, lean strategy and firm performance: an exploratory study in the automotive supplier industry.	USA	International Journal of Production Research	Structural equation modeling	Firm performance is not significantly affected by lean production.
Fullerton & Wempe (2009)	lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance.	USA	International Journal of Operations & Production Management	Structural equation modeling	lean practices have a direct and mediated positive effect on financial performance.
Browning & Heath (2009)	Reconceptualizing the effects of lean production costs with evidence from the F-22 program.	USA	Journal of Operations Management	Case study	Develop a revised framework that conceptualizes the effect of lean on production costs and use it to develop 11 propositions to direct further research.
Bonavía-Martín & Marín-García (2010)	lean production, Human Resource management, and their effects on organizational performance.	Spain	Revista Europea de Direccion y Economia de la Empresa	Regression	The combination of lean performance with some Human Resource management practices reduce lead time, inventory and economic order quantity, and boosts productivity separately and jointly with quality.
MacKelprang & Nair (2010)	Relationship between just-in-time manufacturing practices and performance: A meta-analytic investigation.	USA	Journal of Operations Management.	Meta-analysis. Correlation	There is a positive relationship between JIT manufacturing practices and aggregate performance.

Yang, Hong & Modi (2011)	Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.	Japan	International Journal of Production Economics	Structural equation modeling	lean manufacturing has a significant positive impact on financial performance.
Inman et al. (2011)	Agile manufacturing: Relation to JIT, operational performance and firm performance.	USA	Journal of Operations Management	Structural equation modeling	JIT-purchasing has a direct positive relationship with agile manufacturing while the positive relationship between JIT-production and agile manufacturing is mediated by JIT-purchasing.
Eroglu and Hofer (2011)	lean, leaner, too lean? the inventory-performance link revisited.	USA	Journal of Operations Management	Regression	The effect of inventory leanness on firm performance is mostly positive and generally nonlinear.
Duarte et al. (2011)	Operational practices and financial performance: An empirical analysis of Brazilian manufacturing companies.	Brazil	BAR - Brazilian Administration Review	Regression	The relationship between selected operational practices (quality management, just in time, ISO certification and services outsourcing) in financial performance outcomes of profitability and growth is negative.
Moyano-Fuentes & Sacristán-Díaz (2012)	Learning on lean: A review of thinking and research.	Spain	International Journal of Operations and Production Management	Literature survey	Their model includes work organization and the impact that the geographical context has on lean manufacturing.
Hofer, Eroglu & Hofer (2012)	The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness.	USA	International Journal of Production Economics	Combination of survey and secondary data	Concurrent implementation of internally-focused and externally-focused lean practices yields greater performance benefits than selective lean production implementation.
Nawanir, Teong &	Impact of lean practices on operations	Malay-	Journal of manufacturing	Multivariate	lean practices have a positive and significant

Othman (2013)	performance and business performance: Some evidence from Indonesian manufacturing companies.	sia	Technology Management	data analyses	impact on both operational performance and business performance.
Klingenberg et al. (2013)	The relationship of operational innovation and financial performance - A critical perspective.	USA	International Journal of Production Economics	Regression	There are no consistent relationships among Return on Asset (ROA), Return on Equity (ROE), Basic Earning Power (BEP) and inventory management ratios.
Isaksson & Seifert (2014)	Inventory leanness and the financial performance of firms.	Switzerland and	Production Planning and Control	Econometric analysis	There is a nonlinear relationship between inventory leanness and financial performance.
Fullerton, Kennedy & Widener (2014)	lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices	USA	Journal of Operations Management	Structural equation model.	lean accounting shows how lean manufacturing practices indirectly affect firm performance.

La figura 9 mostra com ha evolucionat aquest tema d'investigació en els últims temps, l'estudi sobre la relació entre el *lean management* i els resultats empresarials ha crescut amb el pas del temps, de manera que un 30,95 % de les publicacions son de recent aparició (entre 2009 i el 2014).

**Figura 9:** Distribució de la producció científica sobre la relació entre lean management i resultat empresarial classificada per quadriennis. Font: Elaboració pròpia.



Si es realitza un estudi comparatiu sobre la nacionalitat dels autors dels articles (1989-2014). S'observa que un 72,1 % son d'estats units. Destaca Rosemary Fullerton (i els seus coautors Kennedy, Widener, McWatters i Wempe) de la Utah State University amb 15 anys dedicats a l'estudi de la producció ajustada i els seus efectes sobre els resultats empresarials. Espanya ocupa el segon lloc, amb tres treballs (Vazquez-Bustelo *et al.*, 2007; Bonavía-Martín i Marín-García, 2010; Moyano-Fuentes i Sacristán-Díaz, 2012) que representen un 7% del total, corresponent tots ells a autors de prestigi en direcció d'operacions, destacant el professor Moyano per els seus treballs sobre *lean manufacturing* amb diferents col·laboradors.

Segons mostra la figura 10, un 23,25% dels treballs relacionats amb la influència del *lean management* sobre els resultats empresarials s'han publicat en el *Journal of Operations management*; un 11,62% en el *International Journal of Production Economics* i un altre 11,62% en el *International Journal of Operations & Production management*. Finalment, un 9,30% en el *International Journal of Production Research*. Per tant, una revista suposa la quarta part del material publicat i quatre revistes superen la meitat de les publicacions. Es tracta d'algunes de les revistes més prestigioses de l'àrea d'operacions, al igual que altres títols que també estan presents tot i que en menor proporció. Alguns treballs també s'han publicat en revistes sobre investigació en comptabilitat.

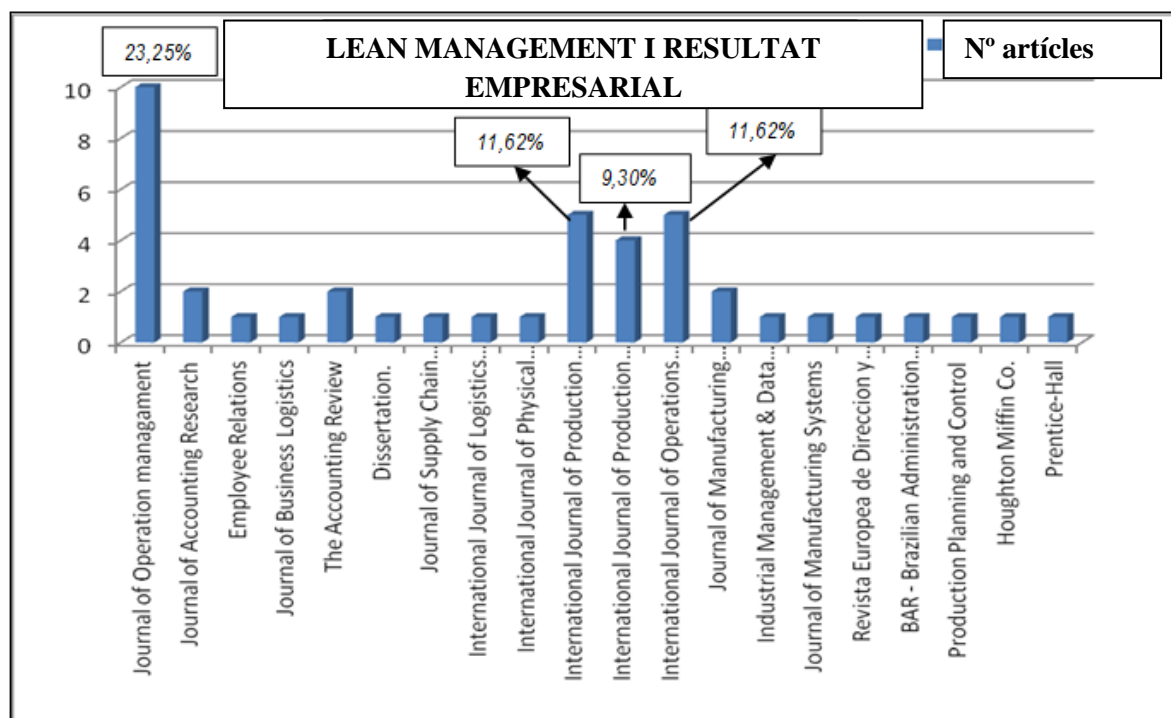
Donat que el *lean management* persegueix l'excel·lència operacional eliminant els costos corresponents a les activitats que no aporten valor, en aquesta línia d'investigació es desitja veure si les empreses *lean* arriben a uns resultats financers superiors (Duarte *et al.*, 2011).

A pesar d'això, l'impacte sobre els resultats de l'empresa no queda demostrat de manera concloent (Balakrishnan *et al.*, 1996; Lewis, 2000; Shah i Ward, 2007; Duarte et al 2011). Els diferents treballs no arriben a conclusions unànimes i proliferen els autors buscant evidències estadístiques d'aquesta relació i d'aquells elements que influeixen. En diversos treballs, es cita que en la connexió *lean* - resultats empresarials influeixen factors com la mida de la planta, la seva edat, l'acció sindical, el sector, la cultura organitzacional, la tecnologia, el personal, etc. (MacKelprang i Nair, 2010).

Lewis (2000) defensa la possibilitat de generar una avantatge competitiva basada en les pràctiques *lean* però puntualitza que, per aconseguir-ho, l'empresa ha de ser capaç d'interioritzar en el seu procés productiu cada una de les avantatges que proporciona aquesta tècnica. La existència de resultats de diferent signe es degut a errors metodològics, factors contextuais, l'adopció d'elements solts de la metodologia *lean*, l'abast exterior de les pràctiques *lean* a l'empresa i la gestió d'existències (Hofer, 2012). L'anterior ens recorda el problema de com mesurar si l'empresa és més o menys madura en la seva transformació cap al *lean management* (Helper *et al.*, 1997) i inclòs el problema de decidir que és una empresa *lean* (Espejo i Moyano, 2007; Moreira *et al.*, 2010): ha de disposar de cèl·lules de treball? Ha d'utilitzar el kanban? Quants dies d'existències ha de tenir?... Una possible solució és avaluar una sèrie de practiques descrites a la bibliografia sobre el JIT (Fullerton i Wempe, 2009). Una altre ben diferent és basar-se en indicador derivats de la comptabilitat com tenir menys existències que els competidors i tenir un lead time més curt que la competència (Sartal *et al.*, 2012). Però, assegura això que l'empresa és *lean*? Bermiller recopila una llarga llista de practiques *lean* (Bergmiller, 2006). Per això opta en el seu estudi per considerar solament empreses que aspiren a guanyar el premi Shingo. No és d'estranyar que empreses tant excel·lents resultin ser "verds".

Finalment, donat que la comptabilitat general, la comptabilitat de costos i altres indicadors (valoració d'existències, costos indirectes, índexs d'utilització per maquinaria i de productivitat per persona) van néixer quan l'estructura de costos, l'entorn econòmic, els sistemes d'informació i els sistemes de gestió eren molt diferents als actuals, s'observa que aquestes mesures tradicionals tenen dificultats per capturar les millores *lean*, fomentant pràctiques en sentit contrari (Maskell i Baggaley, 2004; Ruiz i Díaz, 2009), per el que és important tenir en compte mesures no financeres i índexs de qualitat (Fullerton i Wempe, 2009).

**Figura 10:** Principals fonts de publicacions d'estudis sobre la relació entre lean management i el resultat empresarial. Font Elaboració pròpia.



### 3.3.2 Relació entre sostenibilitat ambiental i el resultat empresarial

S'han localitzat els principals estudis (taula 5) que estudien la relació entre la gestió mediambiental o sostenibilitat mediambiental i el resultat empresarial. Destaquem com a precursors els escrits de Porter (1991) i Porter i Van der Linde (1995) dels que la competitivitat es basa en la innovació i d'aquesta manera la legislació mediambiental reforça la innovació i la competitivitat. A partir d'aquest moment sorgeix el interès dels científics per demostrar si realment esser "verd" comporta beneficis. En els estudis recopilats s'ha observat que no existeix consens respecte a la relació entre la gestió mediambiental i la rendibilitat financera o la revalorització borsàtil de l'empresa. Tot i que predominen els treballs en els que s'obté una relació positiva entre les variables estudiades (King i Lenox, 2001; Melnyk *et al.*, 2003; Judge i Douglas, 1998; King i Lenox, 2002), son també moltes les investigacions que no troben un impacte positiu de la proactivitat mediambiental en el rendiment financer (Cordeiro i Sarkis, 1997; Guilley *et al.*, 2000; Link i Naveh, 2006). Per exemple, no es va trobar relació entre el consum d'aigua i energia (variables que donaven inici a la nostre investigació) i la rendibilitat financera (Wagner, 2002; Wagner, 2004).

Telle (2006) demostra que les empreses més "verdes" solen tenir millors resultats, però no existeix una relació estadísticament significativa. A més a més, conclou que en molts estudis s'han oblidat variables que influeixen notablement en la relació.

Per exemple, en algun cas, es troba una relació negativa a curt termini, però positiva a llarg termini (Horváthová, 2012). Albertini (2013) realitza una metanàlisi a partir de 35 treballs empírics, demostrant estadísticament que els resultats depenen dels indicadors ambiental i financers presos, de diferències regionals, del sector d'activitat i inclòs de la duració dels estudis. Un altre factor a tenir en compte és si la sostenibilitat mediambiental s'integra en l'estratègia de l'empresa (Porter i van der Linde, 2005) i per tant tota l'empresa passa a operar d'una nova forma o simplement s'entén la sostenibilitat com una sèrie de limitacions en la manera d'operar de l'empresa. Probablement d'aquesta manera solament es veu com un sobrecost (De Burgos i Céspedes, 2001).

**Taula 5:** Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre les relacions entre gestió ambiental i resultat empresarial.

Authors (Year)	Title	Nation	Journal/Book	Method	Results
Spicer (1978)	Investors, corporate social performance and information disclosure: an empirical study.	USA	The Accounting Review	Empirical Study	Some significant associations between a number of economic and financial indicators of investment value and corporate performance on one key social issue (pollution control) were found to exist although there was a reduction in the level of these associations over time.
Chen & Metcalf (1980)	The relationship between pollution control record and financial indicators revisited.	USA	The Accounting Review	Empirical Study	The reported significant associations might not have been observed had the effect of intervening variables been controlled (or adjusted).
Mahapatra (1984)	Investor reaction to corporate social accounting.	India	Journal of Business Finance and Accounting	Empirical Study	Investor reaction has been made to investigate empirically the last contention of the management to the pollution control expenditures and the accounting of corporate social responsibility performance.
Jaggi & Freedman (1992)	An examination of the impact of pollution performance on economic and market performance of pulp	USA	Journal of Business Finance Accounting	Empirical Study	Environmental Performance no contributes positively to the Financial Performance.

	and paper firms.				
Cormier, Magnan & Morard (1993)	The impact of corporate pollution on market valuation: some empirical evidence.	Canada	Ecological Economics	Regression	A firm's pollution performance is interpreted by market participants as providing information about its environmental liabilities. Furthermore, results weakly support the existence of a premium (discount) in the stock market valuation of firms that meet (do not meet) environmental regulations, thus lending some credence to the existence of a demand by some stock market participants for "ethical" (or Green) investments.
Barth & McNichols (1994)	Estimation and market valuation of environmental liabilities relating to superfund sites.	USA	Journal of Accounting Research.	Empirical Study	We estimate the relation between engineering cost estimates and site characteristics known prior to the availability of these estimates, and use this model to estimate <i>clean-up</i> costs for sites without cost estimates.
Hamilton (1995)	Pollution as news: media and stock market reactions to the Toxics Release Inventory Data.	USA	Journal of Environmental Economics and management.	Empirical Study	Significant negative returns on the day TRI emissions data were first announced.
Cohen, Fenn & Naimon (1995)	Environmental and Financial Performance: Are They Related?	USA	Investor Responsibility Research Center	Groups, t-test	The group of low-polluting firms had better economic performance (not always at a significant level).
Diltz (1995)	The private cost of socially responsible investing.	USA	Applied Financial Economics.	Study	The market appears to reward good environmental performance, charitable giving, and an absence of nuclear and defense work, and it appears to penalize firms that provide family-related benefits such as parental leave, job sharing, and dependent care assistance.
Hart &	Does it pay to be	USA	Business	Regression	Pollution prevention activities



Ahuja (1996)	green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance.		Strategy and the Environment	analysis	have a positive influence on financial performance within one to two years. ROE takes longer to be affected.
Klassen & McLaughlin (1996)	The impact of environmental management on firm performance.	USA	management Science	Empirical Study	Environmental awards (crises) led to significant, positive (negative) changes in market valuation.
Feldman, Soyka & Ameer (1996)	Does Improving a Firm's Environmental <i>management</i> System and Environmental Performance Result in a Higher Stock Price?	USA	The Journal of Investing	Regression analysis	Firms will increase shareholder value if they make environmental investments that go beyond strict regulatory compliance.
Curcio & Wolf (1996)	Corporate environmental strategy: impact upon firm value.	USA	Journal of Financial and Strategic Decisions	Study	Corporate performance with regard to environmental responsibility is related to overall firm value.
Russo & Fouts (1997)	A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability.	USA	Academy of management Journal.	Regression analysis	Positive and significant impact of environmental performance on ROA.
Cordeiro & Sarkis (1997)	Environmental proactivism and firm performance: evidence from security analyst earnings forecasts.	USA	Business Strategy and the Environment.	Regression analysis	High environmental performance is significantly negative in relation to earnings-per-share growth forecasts.
Cohen, Fenn & Konar (1997)	Environmental and Financial Performance: Are They Related?	USA	Vanderbilt University	Study	Cannot reach a clear conclusion if environmental performance and financial performance are related. A lack of objective criteria to evaluate EP also exists.
Cormier & Magnan (1997)	Investors' assessment of implicit environmental liabilities: an empirical investigation.	France	Journal of Accounting and Public Policy	Case study	Market participants assess implicit environmental liabilities to pulp and paper firms, chemicals, and oil refiners. The more these firms pollute, the greater the extent of their implicit environmental liabilities. Weaker evidence is provided

					for steel, metal and mining firms.
Judge & Douglas (1998)	Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment.	USA	Journal of management Studies	Structural equation model	Positive and significant impact of environmental issue integration on financial performance.
Sharma & Vredenburg (1998)	Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities.	Canada	Strategic management Journal	Regression analysis	Positive and significant influence of proactive practices on organizational capabilities and of the latter on organizational benefits.
Edwards (1998)	The Link between Company Environmental and Financial Performance.	USA	Earthscan Publications	Examination financial results	In several comparisons, environmentally high-performing firms perform better (not always at a significant level).
Bhat (1998)	Does environmental compliance pay?	USA	Ecotoxicology	Regression model	The degrees of environmental compliance have a positive influence on the profit margins.
Gottzman & Kessler (1998)	Smart screened investments: environmentally-screened equity funds that perform.	Germany	Journal of Investing	Study	Information about the future performance of a stock, as a result of superior environmental management, capacity for future earning, is already included in the stock price.
Stanwick & Stanwick (1998)	The relationship between corporate social performance and size, financial and environmental performance.	USA	Journal of Business Ethics	Empirical study	A firm's corporate social performance is indeed impacted by the size of the firm, the level of profitability of the firm, and the amount of pollution emissions released by the firm.
Khanna & Damon (1999)	EPA's voluntary 33/50 Program: impact on toxic releases and economic performance of firms.	USA	Journal of Environmental Economics and management.	Regression model	Program participation led to a statistically significant decline in toxic releases. The program had statistically significant negative impact on the current ROI, but its

					impact on the expected long run profitability was positive and statistically significant.
Yamashita, Sen & Roberts (1999)	The rewards for environmental conscientiousness in the U.S. capital markets.	Japan	Journal of Financial and Strategic Decisions	Case study	US capital markets have only weakly rewarded environmentally conscientious companies. However, companies with the worst environmental conscientiousness scores have shown lower average performance.
Gilley, Worrell & El-Jelly (2000)	Corporate environmental initiatives and anticipated firm performance: the differential effects of process-driven versus product-driven greening initiatives.	USA	Journal of management	Empirical study	No significant effects of greening on performance different types of environmental initiatives have unique Implications.
Dowell, Hart & Yeung (2000)	Do corporate global environmental standards create or destroy market value?	USA	Management Science	Empirical Study	Externalities are incorporated to a significant extent in firm valuation. We discuss plausible reasons for this observation.
Karagozoglu & Lindell (2000)	Environmental management: testing the win-win model.	USA Finland	Journal of Environmental Planning and Management	Regression model	There is a positive relationship between environmental competitive advantage and financial performance.
Hughes II (2000)	The value relevance of nonfinancial measures of air pollution in the electric utility industry.	USA	The Accounting Review	Empirical study	No significant relation between the market value of equity and nonfinancial pollution measures (sulfur dioxide emissions) that capture firms' exposure to future environmental liabilities.
Álvarez-Gil, De Burgos-Jiménez &	An analysis of environmental management, organizational context and performance of Spanish hotels.	Spain	Omega	ANOVA	Groups with a more consolidated proactive environmental strategy have higher occupancy levels and higher profits.

Céspedes-Lorente (2001)					
De Burgos & Céspedes (2001)	La protección ambiental y el resultado. Un análisis crítico de su relación.	Spain	Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa	Empirical study	Positive but not significant impact of environmental issue integration on financial performance. Positive and significant impact of environmental performance on financial performance.
King & Lenox (2001)	Does it really pay to be green?	USA	Journal of Industrial Ecology	Regression analysis	Total emissions are associated with superior financial performance. Firms with lower emissions in their industries (relative emissions) tend to experience higher financial performance. We cannot conclude that firms that operate in <i>cleaner</i> industries have higher financial performance.
Konar & Cohen (2001)	Does the market value environmental performance.	USA	Review of Economics and Statistics	Regression analysis	Bad environmental performance has a negative and significant impact on financial performance. The effect is much more pronounced for toxic chemical disclosures than for lawsuits
Sarkis & Cordeiro (2001)	An empirical evaluation of environmental efficiencies and firm performance: pollution prevention versus end-of-pipe practice.	USA	European Journal of Operational Research	Empirical Study	Pollution prevention and end-of-pipe efficiencies are both negatively related to ROS, and that this negative relationship is larger and more significant for pollution prevention efficiencies.
Thomas (2001)	Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation.	USA	Business Strategy and the Environment	Empirical Study	The adoptions of an environmental policy and prosecution for breach of environment standards have significant explanatory power in an analysis of excess returns.
King &	Exploring the locus of	USA	Management	Regression	Lower emissions (in t) are

Lenox (2002)	profitable pollution reduction.		Science	analysis	significantly associated with a higher financial performance (in t p 1). Significant and positive relationship of waste prevention with ROA and Tobin's q.
Wagner et al. (2002)	The relationship between the environmental and economic performance of firms: an empirical analysis of the European paper industry.	Germany, France UK	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	Simultaneous equation system	Negative and significant effect of environmental performance on ROCE. No evidence of significant impact of any economic performance variable on environmental performance.
Blank & Daniel (2002)	The eco-efficiency anomaly.	USA	Quantitative Evaluation & Development	Study	Reported that an equal-weighted eco-efficiency enhanced portfolio delivered somewhat higher Sharpe ratios compared to the S&P500 during the period 1997-2001.
Molloy, Erekson & Gorman (2002)	Exploring the relationship between environmental and financial performance.	Ireland	Workshop on Capital Markets and Environmental Performance	Portfolio analysis (stock market returns)	Investors perceive environmental improvements as costly, unless made to avoid penalties. Corporate sophistication and transparency drive environmental performance improvements.
Melnyk, Sroufe & Calantone (2003)	Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance.	USA	Journal of Operations Management	Regression analysis	Positive and significant impact of the EMS state on all corporate performance measures Positive and significant impact of the EMS state on environmental options (1000 US plants).
Hibiki, Higashi & Matsuda	Determinants of the Firm to Acquire ISO14001 Certificate and Market Valuation of the Certified Firm.	Japan	Tokyo Institute of Technology	Empirical Study	The stock market gives firms the incentive to acquire the ISO14001 certificate.

A. (2003)					
Al-Tuwaijri, Christensen & Hughes II (2004)	The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach.	Saudi Arabia USA	Accounting, Organizations and Society	Simultaneous equation model	Significantly positive relation between Environmental performance and economic performance good environmental performers disclose more pollution-related environmental information than poor performers.
Watson et al. (2004)	Impact of environmental management system implementation on financial performance.	USA	Management of Environmental Quality	Wilcoxon signed-rank test	Results does not show any significant difference in financial performance between EMS adopters and non-EMS adopters.
Carmona-Moreno, Céspedes-Lorente & De Burgos-Jiménez (2004)	Environmental strategies in Spanish hotels: contextual factors and performance.	Spain	The Service Industries Journal	Study groups	Hotels with a low environmental management obtain a significantly lower Performance.
Filbeck & Gorman (2004)	The relationship between the environmental and financial performance of public utilities.	USA	Environmental and Resource Economics	Empirical Study	There is evidence of a negative relationship between financial return and a more pro-active measure of environmental performance.
González-Benito & González-Benito (2005)	Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis.	Spain	Omega	Regression analysis	Environmental management can bring about competitive opportunities for companies, although some environmental practices produce negative effects.
Derwall et al. (2005)	The eco-efficiency premium puzzle.	Netherlands	Financial Analyst Journal	Empirical Study	The results remained significant for all levels of transaction costs, suggesting that the incremental benefits of socially responsible investing (SRI) can be substantial.
Menguc &	Challenges of the green imperative: a natural resource-based	Australia	Journal of Business Research	Path analysis	NEO is positively and significantly related to profit after tax and market share but

Ozanne (2005)	approach to the environmental orientation-business performance relationship.				is negatively related to sales growth.
Wagner (2005)	How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability: corporate environmental strategies in the European paper industry.	Germany	Journal of Environmental Management	Regression analysis	A largely negative relationship is found between the output-based index of environmental performance and financial performance. For the input-based index, the relationship is generally non-significant.
Elsayed & Paton (2005)	The impact of environmental performance on firm performance: static and dynamic panel data evidence.	UK	Structural Change and Economic Dynamics	Theoretical Study	Firms invest in environmental initiatives until the point where the marginal cost of such investments equals the marginal benefit.
Salama (2005)	A note on the impact of environmental performance on financial performance.	UK	Structural Change and Economic Dynamics	Regression	The relationship between corporate environmental performance (CEP) and corporate financial performance (CFP) is stronger when median regressions are used.
Link & Naveh (2006)	Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits?	Israel	IEEE Transactions on Eng. Manag.	Regression analysis	The higher the standardization in managing organizational environmental issues among ISO 14001-certified organizations, the better the environmental performance will be environmental performance does not influence business performance.
Cañón & Garcés (2006)	Repercusión económica de la certificación medioambiental ISO 14001.	Spain	Cuadernos de Gestión	Event Study. Corrado test on sample of certified plants	ISO 14001 certification does not represent a sufficiently clear sign of environmental proactivity to generate expectations of long-term efficiency and profits in the capital market.

Ann, Zailani & Wahid (2006)	A study on the impact of environmental management system (EMS) certification towards firms' performance in Malaysia.	Malaysia	Management of Environmental Quality	Regression analysis	Certification impacts positively on both the environmental and economic performance.
Guenster et al. (2006)	The economic value of corporate eco-efficiency.	Netherlands	Academy of Management Conference Paper.	Empirical Study	Results have implications for company managers, who evidently do not have to overcome a tradeoff between eco-efficiency and financial performance, and for investors, who can exploit environmental information for investment decisions.
Telle (2006)	It pays to be green - a premature conclusion?	Norway	Environmental & Resource Economics	Regression analysis	A pooled regression where observable firm characteristics like e.g. size or industry are controlled for, confirms a positive effect of environmental performance on economic performance. However, the estimated positive effect could be due to omitted unobserved variables like management or technology. When the regression model controls for unobserved plant heterogeneity, the effect is generally no longer statistically significant.
Mohn (2006)	Green and profitable? The potential returns to good environmental management.	USA	University of Oxford	Panel data techniques	The analysis finds both theoretical rationales and empirical evidence that more environmentally friendly firms have higher profits.
Aragón-Correa & Rubio-López (2007)	Proactive corporate environmental strategies: myths and misunderstandings.	Spain	Long Range Planning	Correlation analysis	Environmental progress is not related to financial performance.
Montabo	An examination of	USA	Journal of	Canonical	There are significant and



n, Sroufe & Narasimhan (2007)	corporate reporting, environmental management practices and firm performance.		Operations Management	correlation analysis	positive relationships between environmental management practices and measures of firm performance.
Nakao et al. (2007)	Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations.	Japan	Business Strategy and the Environment	Regression analysis	A firm's environmental performance has a positive impact on its financial performance and vice versa.
Earnhart & Lízal (2007a)	Effect of pollution control on corporate financial performance in a transition economy.	USA, Czech Republic	European Environment	Empirical Study	Better pollution control neither improves nor undermines financial success.
Earnhart & Lízal (2007b)	Does better environmental performance affect revenues, cost, or both? Evidence from a transition economy.	USA, Czech Republic	William Davidson Institute	Empirical Study	Better environmental performance improves profitability by driving down costs more than it drives down revenues, consistent with the substantial regulatory scrutiny exerted by environmental agencies and the primary pollution control approach implemented by firms during the sample period.
Halkos & Sepetis (2007)	Can capital markets respond to environmental policy of firms? Evidence from Greece.	Greece	Ecological Economics	Empirical Study	Evidence of volatility clustering, short- and long-run persistence of shocks to the returns of the market and asymmetry in the leverage effect between negative and positive shocks to returns.
Wahba (2008)	Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination.	Egypt	Corporate Social Responsibility and Environmental Management	Correlation and regression analysis	ISO 14001 exerts a positive and significant impact on the firm market value measured by Tobin's q ratio.
Molina-Azorín et	Green management and financial	Spain	Management	Literature	Results are mixed, but studies where a positive impact of

al. (2009)	performance: a literature review.		Decision	review	environment on financial performance is obtained are predominant. In addition, the findings show that the set of firms, industries and countries are varied. Some studies use environmental management variables and other works employ environmental performance variables, and regression analysis prevails.
Horvátho-vá (2010)	Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis.	Czech Republic	Ecological Economics	Meta-Analysis	The results suggest both that the empirical method used matters for the nexus and that the likelihood of finding a negative link between environmental and financial performance significantly increases when using simple correlation coefficients instead of more advanced econometric analysis.
Clemens & Bakstran (2010)	A framework of theoretical lenses and strategic purposes to describe relationships among firm environmental strategy, financial performance, and environmental performance.	USA	Management Research Review	Theoretical study	The paper provides a two-by-two matrix distinguishing between theoretical lens and strategic purpose. The paper argues that the specific choice of theoretical lens and strategic purpose helps define the way firm environmental strategy, financial performance, and environmental performance are arranged.
Menguc, Auh & Ozanne (2010)	The interactive effect of internal and external factors on a proactive environmental strategy and its influence on a firm's performance.	Canada, USA, New Zealand	Journal of Business Ethics	Empirical Study	The effect of entrepreneurial orientation on a proactive environmental strategy (PES) is moderated by the intensity of government regulations and customers' sensitivity to environmental issues
Guenther, Hoppe & Endrikat	Corporate financial performance and	Germany	Journal of Environmental Law and	Empirical study	There is an assessment of the state of research, showing that the findings are far from

(2011)	environmental performance. A perfect match?		Policy		conclusive enough to be considered satisfactory
Busch & Hoffman (2011)	How hot is your bottom line? Linking carbon and financial performance.	Switzerland and	Business Society	Empirical Study	When using carbon emissions as an outcome-based measurement, corporate environmental performance pays off. Conversely, when using carbon management as a process-based measurement, we find a negative relationship between corporate environmental performance and corporate financial performance (CFP)
Clarkson et al. (2011)	Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies.	Australia, Canada, UK	Journal of Accounting and Public Policy	Causal relation model	The results are consistent with predictions of the resource based view of the firm and indicate that although becoming “green” is associated with improvement in firm performance, such a strategy cannot be easily mimicked by all firms.
Iwata & Okada (2011)	How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms.	Japan	Ecological Economics	Empirical Study	Waste emissions do not generally have significant effects on financial performance. Greenhouse gas reduction leads to an increase in financial performance in the whole sample and <i>clean</i> industries, although it does not have significant effects on financial performance in dirty industries. Furthermore, as the firm growth rate increases, the partial effects of waste emissions on financial performance decrease, whereas the partial effects of greenhouse gas emissions on financial performance increase.
Heras-Saizarbito	ISO 14001 certification	Spain	Journal of Cleaner	Multivariate panel data	Firms with better than average performance have a

-ria, Molina- Azorín & Dick (2011)	and financial performance: selection-effect versus treatment-effect.		Production	analysis	greater propensity to pursue accreditation but there is no evidence that improvements in performance follow certification.
Lo, Yeung & Cheng. (2012)	The impact of environmental management systems on financial performance in fashion and textiles industries.	Japan	International Journal of Production Economics	Case study	Profitability improvement started during the implementation stage and continued at least one year after the firm obtained ISO 14000 certification.
Horvátho -vá (2012)	The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits?	Czech Republic	Ecological Economics	Empirical Study	The results suggest that while the effect of environmental performance on financial performance is negative for environmental performance lagged by 1 year lag, it becomes positive for 2 years lag
Fujii et al. (2012)	Corporate environmental and economic performance of Japanese manufacturing firms: empirical study for sustainable development.	Japan	Business Strategy and the Environment	Empirical Study	Significant positive relationship between financial performance and environmental performance based on CO2 emissions
Albertini (2013)	Does environmental management improve financial performance? A meta-analytical review.	France	Organization and Environment	Meta-analysis	The relationship between corporate environmental performance and financial performance is significantly influenced by the environmental and financial performance measures, the regional differences, the activity sector and the duration of the studies.
Dixon-Fowler et al. (2013)	Beyond “does it pay to be green?” A meta-analysis of moderators of the CEP–CFP relationship.	USA	Journal of Business Ethics	Meta-Analysis	Small firms benefit from environmental performance as much or more than large firms, US firms seem to benefit more than international counterparts, and environmental

					performance seems to have the strongest influence on market-measures of financial performance.
Qi et al. (2014)	Revisiting the relationship between environmental and financial performance in Chinese industry.	China, USA	Journal of Environmental Management	Empirical study	Improving corporate or industrial-level environmental performance (EP) significantly influences financial performance (FP) and that slack resources play a significant role on the EP-FP link. However, we found no significant moderating effect of industrial munificence on the link.
Guenther & Hoppe (2014)	A synopsis of measurement approaches and theories of the relationship between corporate environmental and financial performance.	Germany	Journal of Industrial Ecology	Empirical study	Our article provides a literature review of existing measurement approaches for corporate environmental performance (CEP) and corporate financial performance (CFP) as well as an examination of available theories and factors regarding the causal relation, direction, and potential moderators and mediators of the CEP-CFP relationship.
Endrikat, Guenther & Hoppe (2014)	Making sense of conflicting empirical findings: A meta-analytic review of the relationship between corporate environmental and financial performance.	Germany	European Management Journal	Meta-analysis	That there is a positive and partially bidirectional relationship between corporate environmental performance (CEP) and corporate financial performance (CFP)

Es pot observar que s'han trobat el doble de treballs que analitzen els resultats financers de la gestió mediambiental que els resultats financers de la gestió *lean*.

La majoria d'articles analitzats mesuren la rendibilitat a través de variables com ROS (rendibilitat de les ventes), ROA (rendibilitat econòmica), ROE (rendibilitat financera) o indicadors borsàtils com la de Tobin (Konar i Cohen, 2001).

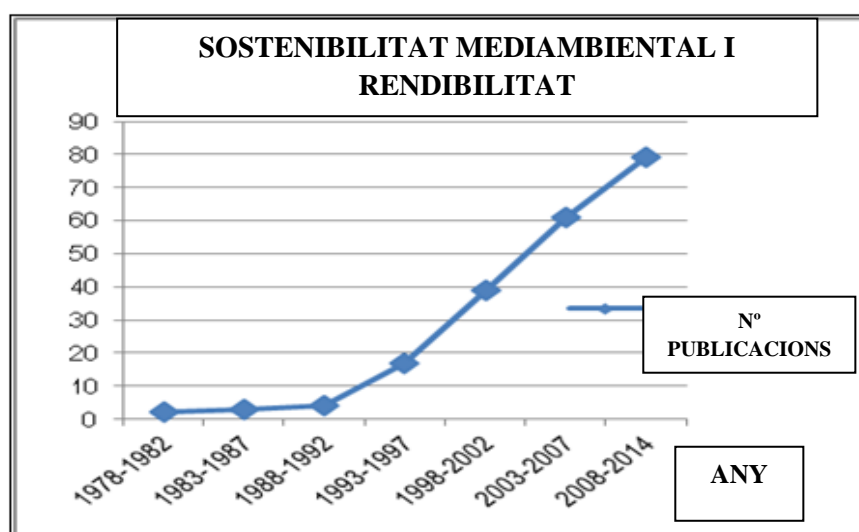
Per a la sostenibilitat mediambiental s'utilitzen variables com la quantitat de substàncies emeses a l'atmosfera (òxids de sofre, òxids de nitrogen, etc.), la informació continguda en la base de dades *Toxic Release Inventory* (TRI) de la *Environmental Protection Agency* (EPA) als Estats Units (Cordeiro i Sarkis, 1997), inversions en equips, abocaments, processos judicials, certificació mediambiental (Puvanasvaran *et al.*, 2012), ranking d'empreses (King i Lenox, 2001), etc.

Si analitzem els articles de la taula 5, podem observar que l'estudi dels resultats empresarials i de la gestió mediambiental pren rellevància a partir de 1993 i es converteix en un tema d'interès que va generant publicacions. En la figura 11 s'aprecia que un 16,45% dels treballs s'ha publicat entre 1993 i 1997. Entre els anys 1998 i 2002 i també entre 2003 i 2007 el ritme de publicacions arriba al seu màxim, mentre que en el període 2008-2014 aquest ritme cau una mica tot i que segueix sent important.

Per països, a pesar de trobar en el llistat diverses nacionalitats, un 45,1 % dels autors són d'estats units i en segon lloc, però amb un percentatge molt menor (9,9 %) són espanyols. És rellevant també l'interès per el tema mediambiental del Japó. Entre els autors espanyols destaquen en la mostra, Céspedes Lorente, De Burgos Jiménez i Molina-Azorín i entre els d'altres nacionalitats es repeteixen Cohen, King y Lenox, Earnhart y Lízal, Horváthová, Guenther, Derwall, Guenster y Bauer.

Els treballs que estudien les relacions entre sostenibilitat i rendibilitat empresarial han aparegut en multitud de revistes de temàtiques tant variades com comptabilitat, medi ambient, administració d'empreses, gestió d'operacions i investigació operativa, destacant lleugerament *Ecological Economics* (5,95%), *Business Strategy and the Environment* (5,95%), *Management Science* (3,57%) i *Journal of Business Finance and Accounting* (2,38%).

**Figura 11:** Evolució de la producció científica sobre la relació mediambiental i la rendibilitat.  
Font: Elaboració pròpia



### 3.3.3 El model lean and green

En principi, la gestió *lean* i la gestió mediambiental semblen no tenir res en comú, degut a que cada sistema persegueix els seus propis objectius i utilitza els mètodes que li son propis (Puvanasvaran *et al.*, 2012). Tot i que, a partir dels anys 90, diversos investigadors van identificar la relació entre els fonaments del *lean management* (eliminació de malbarataments, participació i millora continua), i els de la gestió mediambiental (estalvi de recursos, minimització de residus, participació i millora del sistema) basant-se en l'anàlisi dels principis de l'eficiència i en l'estudi de casos (Florida 1996; Pojasek 1999; Soltero i Waldrip 2002).

Van utilitzar el concepte *lean and green* (Florida 1996) per a referir-se a l'empresa que aplica la gestió *lean* i a la vegada és ambientalment responsable. A (Dües *et al.*, 2013) es pot trobar una completa i recent comparació entre ambdós paradigmes que posa de manifest que tot i sent diferents, tenen àrees en comú.

Aparentment, existeix una paral·lelisme entre la reducció d'activitats sense valor afegit de *lean management* i certs factors de la gestió mediambiental (Moreira *et al.*, 2010; Fliedner G, Majeske, 2010; Ross & Associates environmental Consulting 2003; Verrier *et al.*, 2013):

- Sobreproducció: Causa l'obtenció, transport i consum de més matèries primes i components dels necessaris. Genera més residus (embalatges, producció no venuda), més emissions, major consum d'aigua, major consum energètic. Indirectament, pot causar una pèrdua de qualitat dels productes durant la seva fabricació o conservació.
- Existències: Problemàtica similar a la sobreproducció. Major necessitat d'espai.
- Transport i moviments: Major consum energètic. Emissions a l'atmosfera i consum de combustible quan el transport implica l' utilització de vehicles a motor. Possibilitat de deteriorament dels productes i components que acaben convertint-se en residus.
- Processos inadequats i moviments excessius: Major consum energètic, consum de materials, residus, emissions. Perill per a la salut de l'operari.
- Esperes: Màquines treballant en buit (consum energètic, residus, emissions), peces esperant (problemàtica similar a les existències). Consum energètic de la planta sense producció.
- Falta de qualitat (defectes): peces convertides en residus. Malbaratament de materials i d'energia per a la seva fabricació. Consum de materials i energia per a la seva reparació.

- No aprofitar les capacitats del personal. El sistema *lean* dona un paper important al treballador, amb la seva implicació en la millora continua amb tècniques com els cercles de qualitat, el kaizen, les 5 S, el TPM i eines com els mapes de processos, els diagrames de causa-efecte (Moreira *et al.* 2010), etc., que conviden a l'operari a millorar el seu lloc de treball des del punt de vista de la qualitat, la eficiència o la seguretat. Això repercuteix en la capacitat per a acceptar innovacions (com al gestió mediambiental) a la vegada que dites activitats ja comporten la eliminació de mudes (processos i màquines més eficients, sense averies, sense producció de peces defectuoses, etc.). Les activitats de millora continua es poden ampliar així als aspectes ambientals dels processos (Pojasek 1999; Vinodh *et al.* 2011; Aguado *et al.* 2012). Un cas detallat s'ofereix en (Wlodarczyk *et al.* 2010). Un bon punt de partida està en reconèixer que els responsables ambientals no són persones d'un departament concret, sinó que en cada departament hi ha persones amb responsabilitat ambiental definida (Maxwell *et al.*, 1998).

En un dels estudis sobre el tema Rothenberg (1999) parteix de la premissa (a partir dels treballs previs (Florida, 1996; Porter i Van der Linde, 1995)) que les capacitats necessàries per a tenir èxit en els aspectes productius són les mateixes que per a triomfar en la gestió ambiental. L'empresa *lean* s'ha especialitzat en identificar les fonts de muda i corregir els processos constantment, per lo que sembla natural que estengui aquesta pràctica fins a la identificació de pèrdues mediambientals (anomenades la octava o la novena muda segons els autors) i l'obtenció de solucions bàsiques en reduir, reutilitzar i reciclar (Fliedner i Majeske, 2010).

La visió més ambiciosa és que a més a més dels objectius típics de *lean management* de reduir activitats sense valor afegit, minimitzar les existències, reduir les esperes i reduir el consum de recursos en el procés productiu, és possible un enfocament integral que inclogui la persecució de la eficiència en la utilització de materials i energia i en la prevenció de la contaminació, més que en el seu control, desenvolupant tècniques i processos que siguin eficients des del punt de vista energètic i eines que permetin avaluar l'impacte ambiental (Dhingra, 2012). També hi ha treballs que critiquen durament al model *lean*, acusant-lo de ser responsable de incrementar la contaminació ambiental i la congestió del tràfic (per els sistemes d'entregues freqüents que segueixen als proveïdors) i de propiciar la alineació del treball, traient-li llibertat sindical i obligant-lo a treballar en excés i sota pressió per cobrir els objectius de l'empresa (Green, 1999).

Històricament, el concepte *lean and green* apareix per primera vegada en 1993 (Maxwell *et al.*, 1993) en un treball del *International Motor Vehicle Program* escrit per el professor Maxwell i dos ajudants: Rothenberg y Schenck. La tesis primordial d'aquest concepte és que, quan l'empresa adopta pràctiques de *lean management*, augmenta la capacitat de l'àrea d'operacions per a donar suport a la gestió ambiental (Chiappetta-Jabbour *et al.*, 2013). El concepte es difon a través d'un article del professor Florida en el 1996 (Florida, 1996).



En ell es pretén comprovar que les empreses més innovadores que adopten sistemes de producció avançats son capaces de realitzar simultàniament millores en productivitat i en temes ambientals. L'article mostra com les millores estratègiques que s'utilitzen en el *lean management* també s'utilitzen en la gestió mediambiental. Igualment, es conclou que pràctiques organitzacionals i de tecnologia avançada combinades donen millors resultats que una eina sola. Al treball anterior seguiran un ponència en un congrés de la Academy of Management (Helper *et al.*, 1997) el qual mostra que el tema ja ha captat l'interès d'altres equips d'investigació-, el cas d'estudi sobre Honda d'Amèrica a càrrec de l'equip de Maxwell (Maxwell *et al.*, 1998) i la tesis doctoral de Rothenberg en el 1999 (Rothenberg, 1999).

La Environmental Protection Agency dels Estats Units també difonen les sinergies entre la gestió *lean* i la gestió mediambiental per mitjà de treballs divulgatius i estudi de casos (Ross & Associates environmental Consulting, 2000; Ross & Associates environmental Consulting, 2003). A partir de l'any 2000, es publiquen treballs d'investigació diferents i de diferents països: Klassen (2000), Gordon (2001), Soltero i Waldrip (2002), King i Lenox (2001) a qui ja hem vist estudiant altres temes mediambiental (King i Lenox, 2001; King i Lenox, 2002) o Rothenberg, Pil y Maxwell (Rothenberg *et al.*, 2001).

Aquest últim treball mostra que les empreses *lean* son més eficients en els aspectes energètics que altre empreses. En canvi, no s'observen reducció d'emissions.

A Bergmiller (2006) s'argumenta que això pot ser degut al interès de *lean management* per buscar la causa d'arrel en lloc d'aplicar solucions correctores.

Els treballs corresponents a la dècada dels 90, excepte el cas de la revista Interfaces (Klassen, 2000), no van aparèixer en revistes científiques indexades, tot i que si hi va haver alguna revista prestigiosa com Califòrnia *management Review* (Florida, 1996) orientada cap als professionals. A partir de l'any 2001, va comença a aparèixer publicacions en revistes acadèmiques indexades com a Production and Operations *management* (Rothenberg *et al.*, 2001; King i Lenox, 2001). Igualment, apareixen nous temes i es van publicar treballs sobre eines *lean* que es poden explicar a problemes mediambientals com el kaizen (Soltero i Waldrip, 2002), les 5 S (Pojasek, 1999), Value Stream Map (Simons i Mason, 2003) o Six sigma (Pojasek, 2008). Rere els deu primers anys d'investigació, el binomi *lean and green* s'amplia per a incloure també la seguretat laboral (Taubitz, 2010), la cadena de subministres (Simpson i Power, 2005; Hajmohammad *et al.*, 2013; Dües, 2013) o la rendibilitat empresarial (Yang *et al.*, 2011).

Si la relació entre *lean management* i la gestió ambiental havia donat lloc a publicacions disperses en el temps i en revistes molt diverses, recentment apareix un monogràfic (Dhingra *et al.*, 2012) sobre el tema que ens permet completar la nostra investigació. Alguns articles estan dedicats a l'aplicació d'eines *lean* en la gestió ambiental.

Per exemple, es mostra com aprofitar el Value Stream Mapping per a identificar activitats sense valor afegit (Sustainable-VSM), incloent no solament aspectes mediambientals sinó també socials (Faulkner i Badurdeen, 2014). En un altre treball (Brown et al., 2014), la metodologia Sustainable-VSM s'aplica a tres casos pràctics. Un tercer treball experimenta amb una eina similar (Green Value Stream) (Marimin *et al.*, 2014). Un quart treball confirma, per mitjà de casos, que eines *lean* permeten reduir l'impacte ambiental de processos industrials. Concretament, VSM permet identificar els impactes; 5S pot reduir les fugues d'oli i millorar la gestió de residus; la producció cel·lular redueix el consum d'electricitat; TPM permet reduir impacte relacionats amb la maquinaria. Per contra, la tècnica SMED no va tenir un impacte significatiu (Chiarini, 2014). A més a més, es segueixen estudiant les relacions i sinergies entre ambdós sistemes de gestió. Per exemple, un model *lean and green* aplicat a una cèl·lula de treball (Pampanelli *et al.*, 2014). Un article (Galeazzo, 2014) a través de casos d'estudi va comprovar que les pràctiques *lean* i mediambientals podien implementar-se bé simultàniament bé una rere l'altre però en ambdós casos es generen interdependències. El millor funcionament de l'empresa s'aconseguia amb la implantació simultània. Un altre treball (Verrier *et al.*, 2014) es desenvolupa un model que permet realitzar benchmarking de les pràctiques *lean and green* entre empreses. S'addiciona l'estudi del desenvolupament de productes per a concloure que els punts de vista mediambientals i *lean* son independents però que permeten grans sinergies (Johansson i Sundin, 2014).

Finalment, destacar un treball (Besseris i Kremmydas, 2014) completament diferent que busca optimitzar un component tenint en compte indicadors mediambientals i de *lean* management (energia necessària, refrigerant consumit).

La taula 6 presenta les referències dels treballs revisats que investiguen les relacions entre *lean management* i medi ambient i sostenibilitat ambiental. La taula 6 presenta autors, dates, títols, països, revistes, mètodes d'estudi i temes de cada treball. Les referències trobades en la nostra investigació s'han comparat i complementat amb (Martínez-Jurado i Moyano-Fuentes, 2014).

**Taula 6:** Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre las relaciones entre lean manufacturing, diferents aspectes de la sostenibilitat i resultats empresarials.

Authors (Year)	Title	Nation	Journal/Book	Method	Results
Maxwell, Rothenberg & Schenck (1993)	Does lean Mean Green? The Implications of lean Production for Environmental management.	USA	International Motor Vehicle Program, MIT	Case study	Positive impact of lean manufacturing on the adoption of environmental principles and practices.

Cusumano (1994)	The limits of lean.	USA	Sloan Management Review	Description of the Japanese automobile industry	The article describes the practices of lean manufacturing and its limitations in Japan. Negative Impact of JIT deliveries (higher urban congestion and environmental pollution).
Florida (1996)	lean and green: the move to environmentally conscious manufacturing.	USA	California Management Review	Survey of environmental manufacturing practices.	Impact of lean manufacturing on environmental results. Main effects: resource efficiency, prevention and reduction of environmental pollution.
Helper, Rozwadowski & Clifford (1997)	Can Green be lean?	USA	Academy of Management (conference)	Questionnaire and inter-views	Being green neither precludes an efficient and lean operation, nor causes it.
Maxwell et al (1998)	Case Study: Honda of America manufacturing, Inc.: Can lean Production Practices Increase Environmental Performance?	USA	Environmental Quality Management.	Case study	Lean production practices help to achieve environmental performance. Policies focused more on efficiency than on meeting regulations.
Rothenberg (1999)	Is lean green? The relationship between manufacturing processes and environmental performance within different regulatory contexts.	USA	Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management	Four case studies	Environmental concerns were not a motivating factor for employees. People do not pay attention until some special event happens. Lean helps to focus attention. Several environmental performance metrics are required to test the interaction with manufacturing.
Pojasek (1999a)	Quality toolbox. Five S's: a tool that	USA	Environmental Quality	Theoretical paper	This lean tool aims to bring orderliness, tidiness,

	prepares an organization for change.		Management		and cleanliness to operations along with the discipline needed to keep processes orderly and standardized (free of waste).
Pojasek (1999b)	Quality toolbox. Poka-yoke and zero waste.	USA	Environmental Quality Management	Theoretical paper	Adaptation of lean principles and tools such as waste reduction and poka-yoke for its integration into environmental practices. By using poka-yoke, process designs can be modified to make it nearly impossible for mistakes, spills, leaks, and other process upsets to occur.
Wlodarczyk et al. (2000)	Using a systems approach to improve process and environmental performance.	USA	Environmental Quality Management	Case study	A team-oriented, tool-based approach to process and environmental improvement yields immediate results and learning.
Ross & Associates environmental Consulting for EPA (2000)	Pursuing Perfection: Case studies examining lean manufacturing strategies, pollution prevention, and environmental regulatory management Implications.	USA	Environmental Protection Agency (EPA)	Case study (Boeing)	lean strategies have reduced energy and material consumption. lean manufacturing could not be used in certain environmentally sensitive processes. lean is a robust waste elimination culture.
Klassen (2000)	Just-In-Time manufacturing and Pollution Prevention Generate Mutual Benefits in the Furniture Industry.	Canada	Interfaces	Case evidence and Survey data	Managers should pursue JIT and pollution prevention (not pollution control) as complementary initiatives that can improve performance.
Gordon (2001)	Lean and green: Profit for Your Workplace and the Environment.	USA	Berrett-Koehler Publishers	Theoretical book + 20 cases	How to create a lean and green organization. Study of synergies between lean

					and green initiatives.
King & Lenox (2001)	Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance.	USA	Production and Operations Management	Empirical analysis (Probit, least squares)	Strong evidence that ISO 9000 adoption (proxy for TQM and lean manufacturing) and low chemical inventories is complementary to waste reduction and pollution reduction. ISO 9000 registered companies tend to adopt ISO 14000 (environmental management system).
Rothenberg, Pil & Maxwell (2001)	Lean, green, and the quest for superior environmental performance.	USA	Production and Operations Management	Surveys and interviews (correlation, regression)	Impact of LM on environmental results. Negative effect on some environmental metrics (reduction). Positive effect of lean manufacturing on resource efficiency but negative impact in reduction of volatile organic compounds.
Soltero & Waldrip (2002)	Using kaizen to reduce waste and prevent pollution	USA	Environmental Quality Management	Theoretical paper	Kaizen can help companies reduce pollution volume and severity. A process to achieve continuous waste reduction.
Simons & Mason (2003)	lean and green: doing more with less.	UK	ECR Journal	Theoretical study	Adaptation of Value Stream Map for environmental waste reduction
Ross & Associates environmental Consulting for EPA (2003)	lean manufacturing and the environment: Research on advanced manufacturing systems and the environment and recommendations for leveraging better environmental performance.	USA	Environmental Protection Agency	Theoretical study and case study	Three recommendations: identify and address the environmental “blind spots” that arise in lean methods; encourage companies to achieve more waste reduction by incorporating environmental considerations into their

					lean initiatives; Clarify environmental regulatory uncertainty associated with lean implementation.
Larson & Greenwood (2004)	Perfect complements: synergies between lean production and eco-sustainability initiatives.	USA	Environmental Quality Management	Theoretical paper	There are synergies between lean manufacturing and eco-sustainability. The features of both management systems suggest that there are important opportunities for integrating initiatives, potentially to the benefit of both. Integrating lean manufacturing and green initiatives requires a strategic approach.
Simpson & Power (2005)	Use the supply relationship to develop lean and green suppliers.	Australia	Supply Chain Management, an International Journal	Literature review	Study of synergies and conflicts between lean manufacturing and environmental practices. Model for the integration.
Corbett & Klassen (2006)	Extending the horizons: environmental excellence as key to improving operations.	USA, Canada	Manufacturing and Service Operations Management	Theoretical paper	The scope of TQM and supply chain management can be extended to include environmental issues. Environmental management becomes a fundamental part of operations management.
Bergmiller (2006)	lean Manufacturers Transcendence to Green manufacturing: Correlating the Diffusion of lean and green manufacturing Systems.	USA	University of South Florida	Correlation analysis	Known lean manufacturers show higher levels of environmental practices than other manufacturers. Cases of both positive and negative correlations on similar variables showing confounding effects. Strong correlations.
Sawhney et al. (2007)	En-lean: a framework to align lean and green manufacturing	USA	International Journal of Enterprise	Case study, multicriteri a decision	Development of a methodology to help lean manufacturing and

	in the metal cutting supply chain.		Network Management	making	environmental management work in tandem. Multiple measures of environmental performance and lean principles. There are tradeoffs between lean and environmental. Which of the lean principles are naturally positive or negative to the environment and which principles need to be influenced to impact the environment positively.
Mason, Nieuwenhuis & Simons (2008)	lean and green supply chain mapping: adapting a lean management tool to the needs of industrial ecology.	UK	Progress in Industrial Ecology. An International Journal	Theoretical study + examples	This paper adapts Value Stream Mapping to the requirements of industrial ecology. It illustrates that supply chain waste reduction can find wider application in waste reduction in an environmental context.
Pojasek (2008)	Quality Toolbox: Framing your lean-to-green effort.	USA	Environmental Quality Management	Theoretical paper	Lean-to-green needs to be a cooperative effort driven by EHS, lean, and employees throughout the company. Consider the value of reducing risk.
Moreira, Alves & Sousa (2010)	Towards eco-efficient lean production systems.	Portugal	Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks	Review literature	Although relevant, the positive contribution was identified to be non-intentional or at least not strategic. Lean is not clearly identified or measured.
Taubitz (2010)	Lean, green & safe: integrating safety into the lean, green and sustainability movement.	USA	Professional Safety	Theoretical study	Lean is an enabler for environmental and safety management. The seven forms of lean wastes can be linked to safety waste (injury and illness) and

					environmental waste.
Carvalho, Duarte & Cruz-Machado (2011)	Lean, agile, resilient and green: divergences and synergies.	Portugal	International Journal of lean Six Sigma	Literature review, theoretical model	Integration of lean, agile, resilient, and green paradigms in supply chain management. The conceptual model shows that some supply chain attributes are positively related to all paradigms creating synergies among them.
Vinodh, Arvind & Soma-naathan (2011)	Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives.	India	Clean Technologies and Environmental Policy	Theoretical study	Strategies to integrate sustainability principles with lean manufacturing. Results include reduced costs and lead time, improved flow, compliance with customers, improvement of environmental quality and employee morale and commitment.
Puvasanvaran et al. (2012)	Lean principles adoption in environmental management system (EMS): A survey on ISO 14001 certified companies in Malaysia.	Malaysia	Journal of Industrial Engineering & Management.	Literature survey and questionnaire survey	ISO 14001 certified companies adopt at least one of lean production practices. The integration of lean principles in ISO 14001 is possible in order to assure continuous improvement.
Chiappetta-Jabbour et al. (2013)	Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing.	Brazil, Denmark	Journal of Cleaner Production	Structural Equation Modelling (62 companies)	Effect of technical and human/organizational aspects of green product development on firms' environmental, operational and market performance. The influence of lean manufacturing is greater than other practices.
Aguado, Álvarez & Domingo	Model of efficient and sustainable improvements in a lean production	Spain	Journal of Cleaner Production	Case study	A case study demonstrates that the costs, the incomes, the social responsibility and



(2013)	system through processes of environmental innovation.				the sustainability can be improved when environmental innovation is applied, transforming the traditional production system into a lean system.
Hajmo-hammad et al. (2013)	Lean management and supply management: their role in green practices and performance.	Canada, Brazil	Journal of Cleaner Production	Sample of Canadian plants. PLS structural model	The extent of environmental practices mediates the relationship between lean and supply management with environmental performance.
Dües, Tan and Lim (2013)	Green as the new lean: how to use lean practices as a catalyst to greening your supply chain.	UK	Journal of Cleaner Production	Review of literature	Comparison of lean and green paradigms: the distinguishing attributes. A lean environment serves as a catalyst to facilitate Green implementation.
Faulkner & Badurdeen (2014)	Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance.	USA	Journal of Cleaner Production	Review of literature + theoretical paper + case study	Sustainable manufacturing involves sustainable processes. In order to do this, companies move from traditional techniques towards those that take into account the environmental and societal implications of operations. The sustainable VSM includes metrics to evaluate the environmental and societal sustainability performance.
Brown, Amundson & Badurdeen (2014)	Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies.	USA	Journal of Cleaner Production	Three case studies	Sus-VSM allows assessing energy consumption, water usage, raw material usage, level of exposure to work environment related hazards and ergonomic aspects. It identifies opportunities for

					sustainability improvement.
Marimin et al. (2014)	Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study.	Indonesia	Journal of Cleaner Production	Green Value Stream Map and Analytic Hierarchy Process	Green value stream map allows identify seven forms of green waste: Energy, Water, Material, Garbage, Transportation, Emission and Biodiversity.
Chiarini (2014)	Sustainable manufacturing-greening processes using specific lean production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers.	Italy	Journal of Cleaner Production	Five case studies	Environmental improvements achieved through different lean tools comparing the means of the values of environmental impacts before and after their implementation. Standard deviation reduced due to standardization of work activities and worker behavior.
Pampanelli, Found & Bernardes (2014)	A lean & Green Model for a production cell.	Brazil, UK	Journal of Cleaner Production	Action research project	This paper proposes the lean & Green Model, where the concern for environmental sustainability is integrated with lean thinking. The model uses the Kaizen approach. The model was developed to investigate the potential benefits of integrating green and lean thinking for both the environment and businesses in terms of waste reduction, operational performance and employee commitment.
Galeazzo, Furlan & Vinelli (2014)	lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention	Italy	Journal of Cleaner Production	Three case studies. Within- and cross-case	The way lean and green practices interact leads to differences in terms of operational performance. Managers should simultaneously implement

	projects.			analyses	lean and green practices. It is necessary to combine resources and capabilities that are generated in two different functional areas
Verrier et al. (2014)	Combining organizational performance with sustainable development issues: the lean and green project benchmarking repository.	France	Journal of Cleaner Production	Case study (21 companies)	Framework for lean and green management, which includes lean indicators, Green performance indicators and green intentions indicators.  This framework enables a consortium of companies to benchmark their practices.
Johansson & Sundin (2014)	Lean and green product development: two sides of the same coin?	Sweden	Journal of Cleaner Production	Systematic literature review	Comparison between lean product development and green product development concepts. There seems to be a number of synergies even though differences exist.
Besseris & Kremmydas (2014)	Concurrent multi-response optimization of austenitic stainless steel surface roughness driven by embedded lean and green indicators.	Greece UK	Journal of Cleaner Production	Design of experiments.  Optimization	Lean and green indicators were used to optimize a mechanical process.

### 3.3.4 Lean, sostenibilitat i rendibilitat

Actualment la sostenibilitat empresarial inclou una vessant mediambiental (preservació de la biodiversitat i dels ecosistemes, evitant emissions i residus i consum excessiu de recursos), una altra social (basada en el fonament de la convivència i la cohesió social) i altre econòmica (les pràctiques ambientals responsables i socialment compromeses de l'empresa no pot estar renyit amb la rendibilitat financera de l'empresa per assegurar la seva supervivència). A pesar de que la nostra intenció inicial era estudiar la relació entre *lean management* i medi ambient, l'aparició de (Martínez-Jurado i Moyano-Fuentes 2014) ens ha facilitat l'anàlisi de la relació entre *lean management* i sostenibilitat social i sostenibilitat econòmica.

La sostenibilitat social fa referència a l'empresa que es preocupa per la societat, que promou la interacció i la cohesió. *lean management* s'orienta a la consecució de valor per al client, implica una determinada forma de treball que posa més o menys pressió sobre les persones, fomenta la implicació del personal i inclòs dels proveïdors. Per tant, és lògic que apareguin treballs que estudien aquests aspectes socials de *lean management*.

La línia d'investigació sobre la relació entre *lean management* i els aspectes socials és la que apareix més d'hora (Kamata, 1983), estudiant els efectes dels sistemes de producció JIT sobre els treballadors i és que el principal mecanisme a través del qual els sistemes *lean* impacten en la societat és el personal de l'empresa (De Treville i Antonakis, 2006). La major part dels estudis relacionats amb el *lean management* i la sostenibilitat social es desenvolupen entre 2004 i 2008. Els treballs revisats (taula 3.3) es centren en la motivació, la implicació del personal, el estrés laboral, la organització del treball i en qüestions relacionades amb seguretat laboral. L'èxit d'una planta *lean* també depèn de factors geogràfics de tipus socioeconòmics i socioculturals, per el que el sistema de gestió ha d'encaixar amb aquests factors (Moyano-Fuentes i Sacristán-Díaz, 2012).

Segons les publicacions incloses en la taula 6, la relació entre *lean management* i sostenibilitat econòmica va ser la última línia d'investigació en sorgir, tot i que en molts casos els treballs semblen més interessats en mostrar el sistema *lean* com generador de beneficis econòmics que en demostrar la comptabilitat de metodologies sostenibles amb resultats econòmics.

En la taula 6 s'aprecia com la investigació de les relacions entre *lean management* i sostenibilitat mediambiental és la línia que ha rebut i continua rebent major atenció per part dels investigadors.

La majoria dels treballs sobre *lean and green* es concentren en buscar la relació entre ambdós sistemes de gestió i no s'interessen per la rendibilitat que genera la sinergia entre ambdues pràctiques. Tampoc existeixen molts treballs on analitzen a la vegada les interaccions de *lean management* amb més d'una faceta de la sostenibilitat. Romm és el primer que se n'adona, per mitjà de casos d'estudi, que *lean management* ajuda a reduir la contaminació i a augmentar els beneficis (Romm 1994), però aquesta línia d'investigació no reviu fins al 2009. Per aquest motiu, es reclamen més treballs sobre la integració de les iniciatives *lean* i mediambientals que porten a augmentar la sostenibilitat ambiental i a la vegada a millorar la rendibilitat empresarial (Dhingra *et al.*, 2012). A Yang *et al.* (2012), s'estudia l'impacte de *lean management* i de la gestió ambiental sobre el resultat empresarial. Aquest treball aplica un model d'equacions estructurals a les dades de la International *manufacturing Strategy Survey* (una mostra de 309 empreses industrials).

Els resultats mostren la relació positiva entre el *lean management* i les pràctiques de gestió ambiental i la relació negativa entre la gestió ambiental i els resultats empresarials, mesurats com a rendibilitat financera i èxit en el mercat.

A Sartal *et al.* (2012) s'analitza la interacció entre les iniciatives *lean and green* i la seva influència sobre els resultats empresarials en Espanya mitjançant les bases de dades SABI i EPRTR-España.

El seu estudi conclou amb la confirmació d'una relació estadísticament significativa entre la implantació d'iniciatives *lean and green* i la millora del rendiment financer. Tot i que no és l'únic treball d'autors espanyols si és l'únic treball que estudia aquest fenomen a Espanya.

S'observa que en els últims anys, els treballs interessats en els resultats empresarials de la metodologia *lean and green* es centren en l'estudi, no de l'empresa sinó de la cadena de subministre, buscant la integració dels tres sistemes de gestió (Kainuma i Tawara, 2006), de manera que s'amplia la òptica d'activitat considerades: disseny de producte, compres, producció, gestió d'existències, distribució, transports, reutilització i reciclatge. A Mollenkopf *et al.* (2010) es defensa que les empreses acostumades a la metodologia *lean* de buscar estalvis poden aconseguir que les seves iniciatives mediambientals poden generar resultats monetaris durant el transcurs de la cadena de subministrament i a Govindan *et al.* (2014) s'analitzen els efectes de les pràctiques *lean and green* en els tres aspectes de la sostenibilitat de la cadena de subministres.

A Taubitz (2010) s'estudia la integració de la metodologia *lean* amb la gestió mediambiental i la prevenció de riscos laborals, entenent que aquesta és també una font de malbarataments. Es defineix *lean management* com base d'un canvi de mentalitat que afecta als altres aspectes.

A Vinodh *et al.* (2011) s'estudia la integració dels principis de la sostenibilitat amb *lean Management*, aconseguint resultats positius des del punt de vista *lean* (reduir els terminis de lliurement, millorar el flux) ambiental i social (satisfacció del consumidor, satisfacció del personal).

El model "*lean ecosphere*" (Wong i Wong, 2014) integra els temes humans en *lean management* per aconseguir la sostenibilitat. Després de la seva implantació, va augmentar la satisfacció del personal i va disminuir la conflictivitat laboral. A més a més, els beneficis de l'empresa van augmentar. Pampanelli *et al.* (2014) cita que el compromís i la participació (que es pot aconseguir per mitjà del Kaizen en un entorn *lean*) són fonamentals per a la gestió ambiental i el desenvolupament sostenible i menciona el cas de Canon que ha sabut reduir les seves emissions i l'ús de recursos a la vegada que ha augmentat els seus beneficis.

A Kurdve *et al.* (2014) s'estudia la integració entre *lean management* sistemes de gestió ambiental, sistemes de gestió de la qualitat i sistemes de prevenció de riscos per mitjà de cinc casos d'estudi. S'observa que les relacions entre sistemes son beneficioses per a tots. No obstant, hi ha problemes en la gestió ambiental i falten mesures de sostenibilitat.

En canvi, Aguado *et al.* (2013), per mitja d'una cas, comprova que els costos, els ingressos, la RSC i la sostenibilitat milloren a l'aplicar tècniques d'innovació mediambiental en un entorn *lean*.

Finalment, a Martínez-Jurado i Moyano-Fuentes (2014) s'investiguen les connexions entre *lean management*, sostenibilitat (en les seves diverses vessants) i cadena de subministrament per mitjà d'una revisió de la literatura, arribant a la conclusió que la sostenibilitat social lligada a la gestió de la cadena de subministrament està molt poc estudiada.

La taula 7 detalla autors, any de publicació, títol, nacionalitat, font, mètode d'estudi i principals contribucions de cada un dels 12 treballs revisats en aquest apartat. Un terç (33%) dels treballs revisats es van elaborar a Estats Units, país a on neix l'interès per el *lean management* i per les relacions entre *lean management* i sostenibilitat ambiental. Un 17% es correspon a autors espanyols, país que ha demostrat tenir una sèrie d'investigadors interessats en la problemàtica associada al *lean management* com és el cas dels professors Martínez-Jurado i Moyano-Fuentes. La resta de treballs inclou nacions tant diferents com Japó, Malàisia, Suècia, Dinamarca, Portugal, Brasil o Índia.

**Taula 7:** Revisió de la literatura, en ordre cronològic, sobre les relacions entre *lean manufacturing*, diferents aspectes de la sostenibilitat i resultats empresarials. Font: Elaboració pròpia.

Authors (Year)	Title	Nation	Journal/Book	Method	Results
Romm (1994)	lean and Clean management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution.	USA	Kodansha	Case studies	Examples of the productivity and environmental improvements that companies have achieved through the use of lean methods. This text presents a comprehensive system that aims to help businesses achieve gains through intelligent energy use, green office and plant design and waste-free, lean management.
Kainuma and Tawara (2006)	A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply	Japan	International Journal of Production Economics	Multiple utility function with metrics in	Synergies between the three management systems, measured on ROA. they examined both paradigms extending the range of supply chain to include re-use and

	chain management.			three dimensions	recycling throughout the life cycle of products and services.
Taubitz (2010)	lean, green & safe: integrating safety into the lean, green and sustainability movement.	USA	Professional Safety	Theoretical study	lean is an enabler for environmental and safety management. The seven forms of lean wastes can be linked to safety waste (injury and illness) and environmental waste.
Mollenkopf et al. (2010)	Green, lean, and global supply chains.	USA	International Journal of Production Economics	Review literature	A systems approach adds strategic insight to the implementation of the three management systems. Large companies can capitalize on cost savings by looking at the synergies.
Vinodh, Arvind & Somanathan (2011)	Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives.	India	Clean Technologies and Environmental Policy	Theoretical study	Strategies to integrate sustainability principles with lean manufacturing. Results include reduced costs and lead time, improved flow, compliance with customers, improvement of environmental quality and employee morale and commitment.
Yang, Hong & Modi (2011)	Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms.	USA	International Journal of Production Economics.	Structural Equations	Impact of LM on environmental results. This relationship is mediated by the adoption of environmental practices. Thus it is crucial to assign resources to green practices to resolve the conflicts between LM and environmental performance. A prior LM initiative is positively related to the adoption of environmental management practices.
Sartal et al. (2012)	La mejora de los resultados financieros a través de las iniciativas lean and green: el caso español.	Spain	6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management	Correlation study	This paper addresses the interaction between lean and green initiatives and its influence on firm performance by econometric approaches to verify that the synergistic deployment of these initiatives improves financial results.
Martínez-Jurado & Moyano-	lean management, Supply Chain management and Sustainability: A	Spain	Journal of Cleaner Production	Review literature	There is a gap in research on social sustainability in lean Supply Chain management. Social impact has to be defined, there is a lack of social

Fuentes (2014)	Literature Review.				performance metrics, and an assessment methodology.
Pampaneli et al. (2014)	A lean & Green Model for a production cell.	Brazil, UK	Journal of Cleaner Production	Action research project	This paper proposes the lean & Green Model, where the concern for environmental sustainability is integrated with lean thinking. The model uses the Kaizen approach. The model was developed to investigate the potential benefits of integrating green and lean thinking for both the environment and businesses in terms of waste reduction, operational performance and employee commitment.
Wong & Wong (2014)	Synergizing an ecosphere of lean for sustainable operations.	Malaysia	Journal of Cleaner Production	Analytic Network Process and Interpretive Structural Modeling	lean ecosphere framework. Fewer cases of employees' dissatisfaction, less conflicts among departments and more cohesiveness among employees. The company's profits increased.
Kurdveat al. (2014)	lean and green integration into production system models and experiences from Swedish industry.	Sweden	Journal of Cleaner Production	Five vehicle and automotive companies (Qualitative)	The study showed the mutual benefit of combining lean with formal management systems, especially environmental management systems. This contributes to continuous improvement and results in a holistic understanding and improved organizational performance.
Govindan et al. (2014)	Impact of supply chain management practices on sustainability	Denmark, Portugal	Journal of Cleaner Production	Five case studies. Cross-case study.	The following practices have significant impact on supply chain sustainability: waste elimination, supply chain risk management and cleaner production.



# **CAPÍTOL 4**

## **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓ**

---

## **4. Metodologia de la Investigació.**

### **4.1 Metodologia**

Per tal de portar a terme la nostra investigació sobre el grau de desenvolupament de les pràctiques lean a nivell internacional i quina és la seva relació amb la gestió mediambiental i el rendiment empresarial, ha sigut fonamental definir l'estratègia de la mateixa. Existeixen diversos mètodes per portar a terme aquesta investigació com per exemple: experiments, enquestes, entrevistes, estudi de casos, estudis intersectorials, estudis descriptius i exploratoris, mostreig teòric, entre d'altres.

Per a la obtenció de la informació primària de la present Tesis Doctoral, s'ha utilitzat el mètode de l'enquesta.

L'enquesta es pot definir segons García Ferrando (1986) com “una tècnica que utilitza un conjunt de procediments estandarditzats d'investigació mitjançant els quals es recull i analitza una sèrie de dades d'una mostra de casos representativa d'una població o univers més ampli, del que es pretén explorar i/o explicar una sèrie de característiques”.

Entre les seves característiques es poden destacar les següents:

1. La informació s'obté mitjançant una observació indirecta dels fets, a través de les manifestacions realitzades per els enquestats, per la qual cosa hi ha la possibilitat de que la informació obtinguda no sempre reflecteixi la realitat.
2. L'enquesta permet aplicacions massives, que mitjançant tècniques de mostreig adequades poden fer extensius els resultats a comunitats senceres.
3. L'interès de l'investigador no és el subjecte concret que contesta al qüestionari, sinó la població a la qual pertany, d'aquí la necessitat d'utilitzar tècniques de mostreig adequades.
4. Permet l'obtenció de dades sobre una gran varietat de temes.
5. La informació es recull de manera estandarditzada mitjançant un qüestionari (instruccions iguals per a tots els subjectes, idèntica formulació de preguntes, etc.) el que permet fer comparacions intergrupals.

En el nostre cas en particular, les dades s'han obtingut a partir de la International Manufacturing Strategy Survey VI

## 4.2 International Manufacturing Strategy Survey VI

La *International Manufacturing Strategy Survey* (IMSS) és un projecte de recerca portat a terme durant els anys 1992, 1996, 2001, 2005, 2009 i del 2013 al 2014 per una xarxa global, formada per diverses escoles de negocis i empreses.

Tal i com indica Penttilä (2016), aquest projecte iniciat originalment per la London Business School (Gran Bretanya) i la Universitat Tecnològica de Chalmers (Suècia), estudia les estratègies de fabricació i de la cadena de subministrament de diverses empreses a través d'un qüestionari detallat. Actualment aquest projecte està coordinat pel Politècnic de Milà (Itàlia).

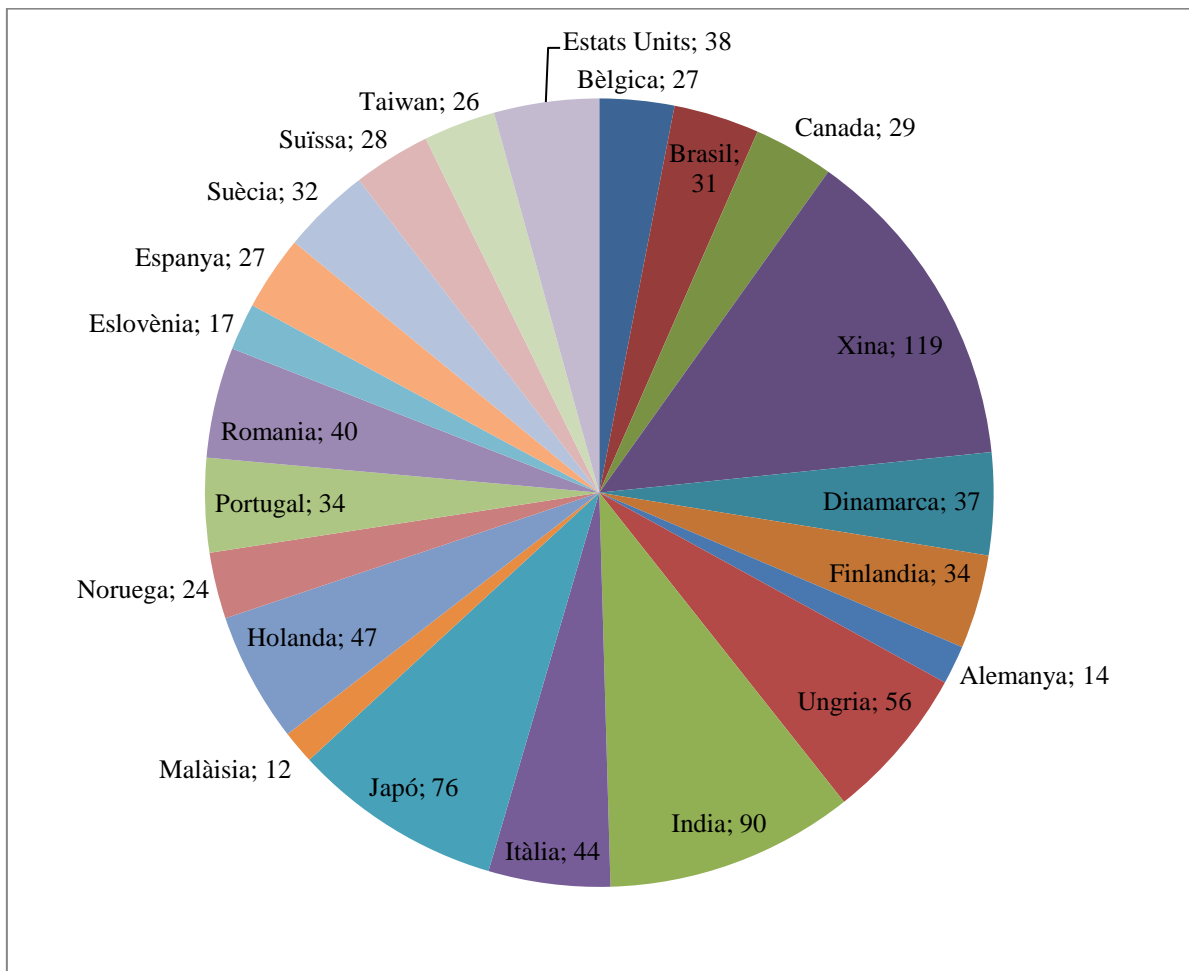
Les empreses analitzades per la *International Manufacturing Strategy Survey VI* operen dintre dels codis industrials ISIC del 25 al 30 (IMSS 26.10.2015). Els codis industrials en qüestió i la seva definició es poden observar en la taula 8.

**Taula 8:** Descripció dels codis ISIC 25-30 Font: Penttilä (2016)

Codi	Descripció
25	Empreses dedicades a la fabricació de productes metàl·lics, excepte maquinària i equips
26	Empreses dedicades a la fabricació de productes informàtics, electrònics i òptics
27	Empreses dedicades a la fabricació d'equips elèctrics
28	Empreses dedicades a la fabricació de maquinària i equips no classificats en un dels apartats anteriors
29	Empreses dedicades a la fabricació de vehicles de motor, tràilers i semi-tràilers
30	Empreses dedicades a la fabricació d'altres equips de transport

Segons Penttilä (2016), la IMSS VI, va ser la sisena vegada que es va dur a terme aquest projecte de recerca arreu del món. En total, empreses procedents de 22 països van participar en l'enquesta. La quantitat d'empreses participants dels diferents països en la població inicial varien des de 14 de Malàisia a 128 de la Xina. Mentre el nombre total d'empreses que van respondre a l'enquesta va ser de 931. En la mostra final, el nombre d'empreses vàlides que van respondre a l'enquesta va ser de 882.

**Figura 12:** Número d'empreses de diferents països participants en la IMSS. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



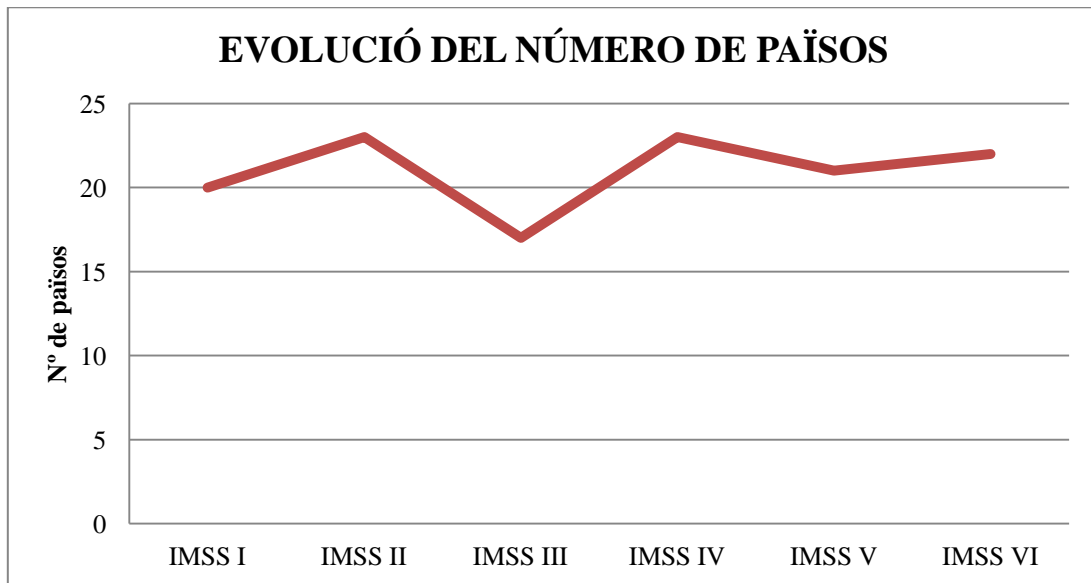
En la figura 12 es pot observar el nombre d'empreses participants dels diferents països, dintre de la mostra final. El país amb una major participació és la Xina amb un 13,49%, seguit de la Índia i el Japó amb un 10,20% i un 8,6% respectivament.

Els països amb una menor participació són Malàisia, Alemanya i Eslovènia amb un 1,3%, 1,5% i 1,9% respectivament.

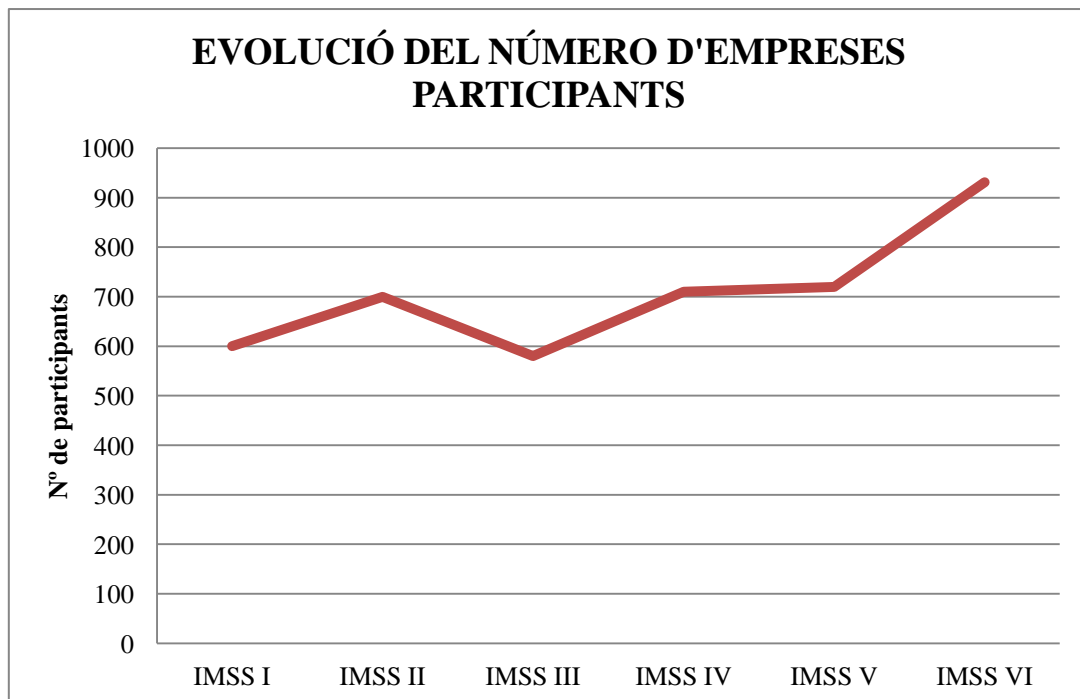
Les figures 13 i 14 que es detallen a continuació, mostren l'evolució de la quantitat de participants des del inici dels estudis de la IMSS al 1992.

El nombre de països enquestats a variat de 17 a 23, mentre que el nombre d'empreses participants situades arreu del món ha variat des de 600 fins a 900. Amb l'excepció de la IMSS III, el nombre de participants s'ha incrementat cada vegada.

**Figura 13:** Evolució del número de països participants en la IMSS. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



**Figura 14:** Evolució del número d'empreses participants en la IMSS. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



### **4.2.1 Estructura del qüestionari**

Les dades per a la IMSS es recullen a través d'un extens qüestionari dissenyat per un coordinat equip d'investigació. Aquest es modifica cada vegada i es proporciona en anglès, però es pot traduir-lo si es considera necessari, sempre i quan es faci d'una manera fiable.

El qüestionari de l'enquesta IMSS VI es divideix en 3 seccions, A, B i C:

- La secció A conté preguntes sobre la descripció, estratègia i gestió de la unitat de negoci de l'empresa.
- La secció B conté preguntes sobre la descripció, estratègia i gestió de la principal activitat productiva de la planta.
- La secció C conté preguntes sobre l'actual procés de fabricació i cadena de subministrament, i els programes d'acció portats a terme en el passat.

L'enquesta va adreçada a un perfil laboral similar al cap d'operacions o fabricació.

### **4.2.2 Escales de valoració**

La majoria de preguntes incloses en el qüestionari es poden respondre mitjançant una escala Likert de cinc punts, en les que "1" correspon a la puntuació més baixa sinònim d'un deteriorament dels resultats, "2" de cap canvi, "3" de 10-25 % de canvi, "4" de 25-50% de canvi i "5" corresponent a la puntuació més alta sinònim de més del 50% de canvi en els últims tres anys.

Les escales Likert permeten jerarquitzar els elements amb un ordre relacionat amb el grau amb el que posseeixen una característica concreta, i permeten avaluar les respostes mitjançant tècniques estandarditzades d'anàlisi.

El qüestionari també conté preguntes que són més precises. En resum, la majoria de preguntes es basen en les percepcions dels enquestats en termes d'esforç i canvi en els tres últims anys, en l'actual nivell d'implantació i en el rendiment comparat amb la competència.

## **4.3 La Mostra d'estudi**

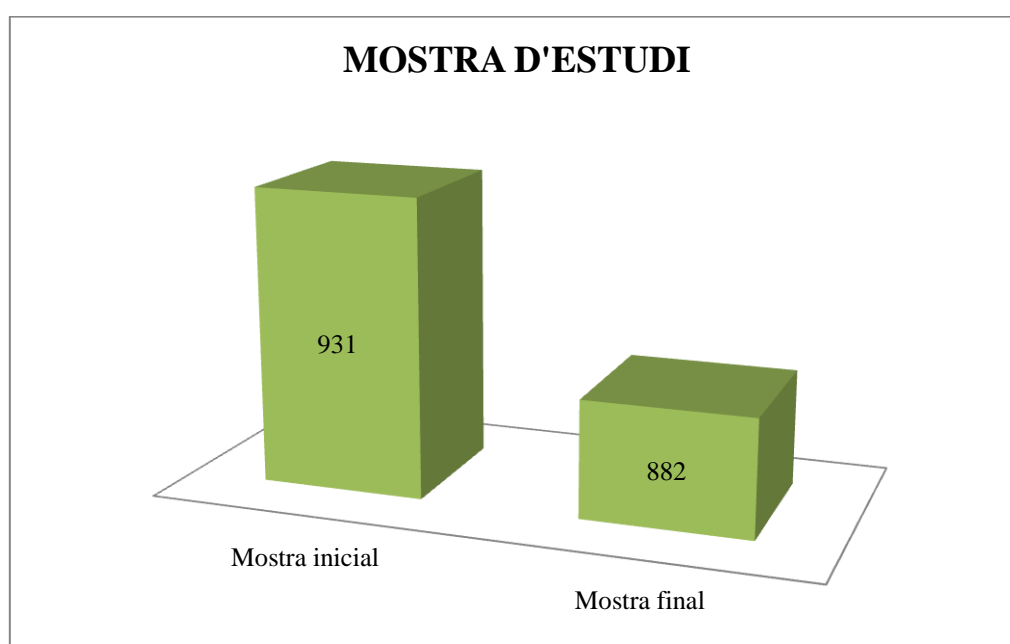
La mostra d'estudi de la IMSS VI són plantes enlloc d'empreses, i per tant les dades poden incloure informació sobre diverses plantes que pertanyen a la mateixa empresa. La mostra original consta de 931 empreses/plantes, tot i que s'han exclòs aquells enquestats que no compleixen amb els requisits establerts pels organitzadors de l'enquesta.

Aquests requisits son:

- Tenir almenys 50 treballadors
- Tenir un màxim del 30% de respostes en blanc
- Proporcionar el codi ISIC i el numero de treballadors

Vint-i- quatre enquestats van respondre que tenien menys de 50 treballadors i vint-i-tres van deixar en blanc més del 30% de les respostes. Després de l'eliminació del enquestats no vàlids, la mostra final és de 882 tal i com mostra la figura 15.

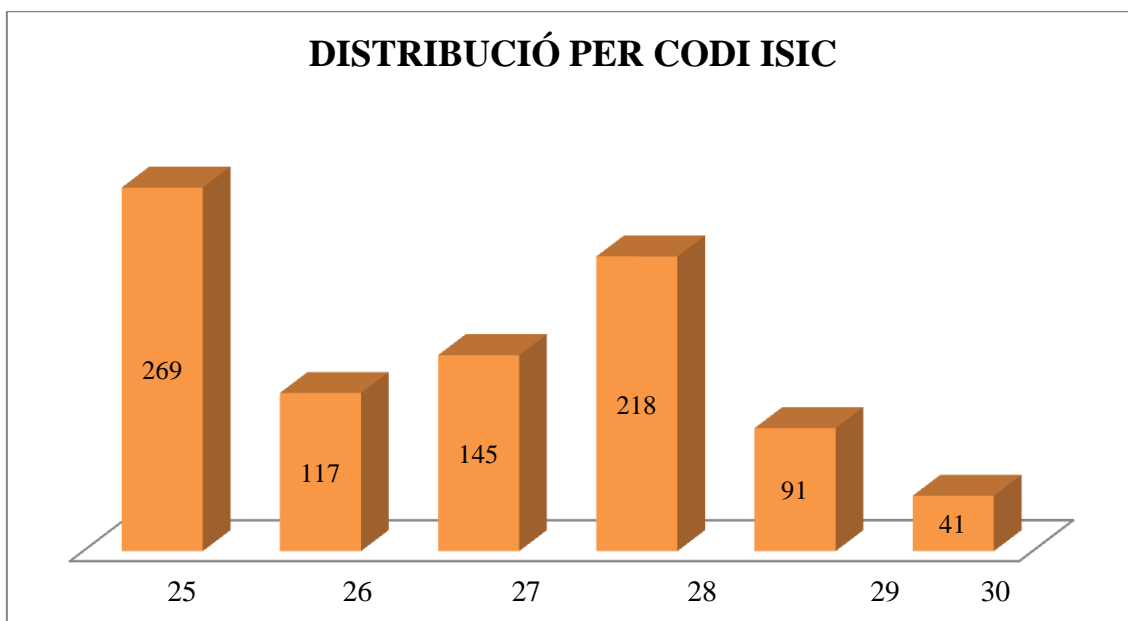
**Figura 15:**Mostra d'estudi. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



Com mostra la figura 16, els enquestats no estan dividits de manera uniforme dintre del codis industrials ISIC del 25 al 30 (IMSS 26.10.2015).

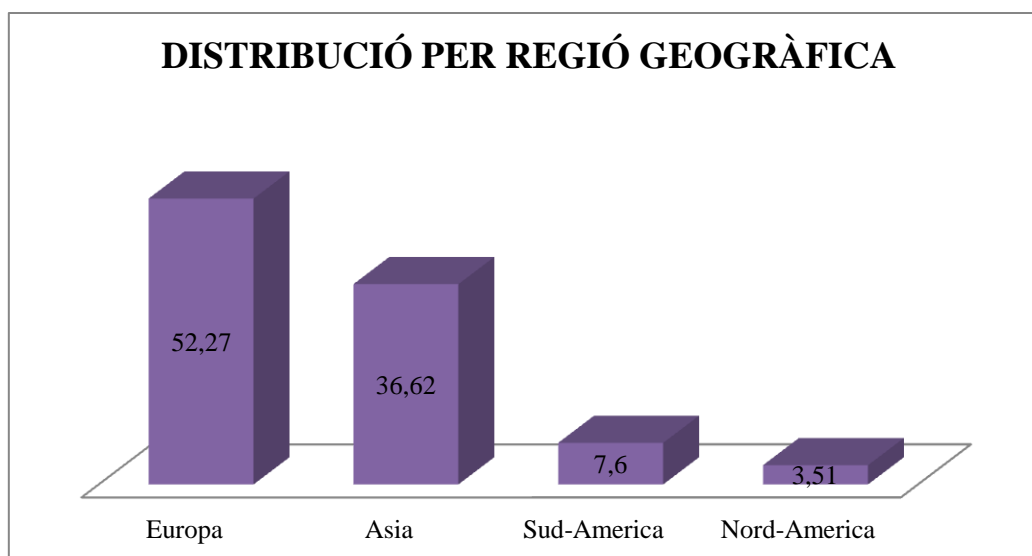
Analitzant la mostra final, la majoria dels enquestats pertanyen als codis ISIC 25 i 28, corresponent a empreses dedicades a la fabricació de productes metàl·lics, excepte maquinaria i equips i a empreses dedicades a la fabricació de maquinaria i equips no classificats en un dels apartats anteriors (30.5 % i 24.7 % respectivament), seguidament un 16,45% ,un 13,28% i un 10,32% corresponen a empreses que operen dintre els codis 27, 26 i 29 dedicades a la fabricació d'equips elèctrics, a la fabricació de productes informàtics, electrònics i òptics i a la fabricació de vehicles de motor, tràilers i semi-tràiler respectivament. Mentre que només un 4,6% dels enquestats pertanyen al grup 30 corresponent a empreses dedicades a la fabricació d'altres equips de transport.

**Figura 16:** Distribució de la mostra d'estudi per codi ISIC. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



La distribució dels enquestats en termes de origen es mostra a la figura 17 a on podem observar que la majoria de plantes/empreses que participen en l'enquesta son Europees i Asiàtiques (52,27% i 36,62% respectivament), mentre que en un percentatge del 7,60% i 3,51% dels enquestats correspondria a plantes/empreses Sud-americanes i Nord-americanes.

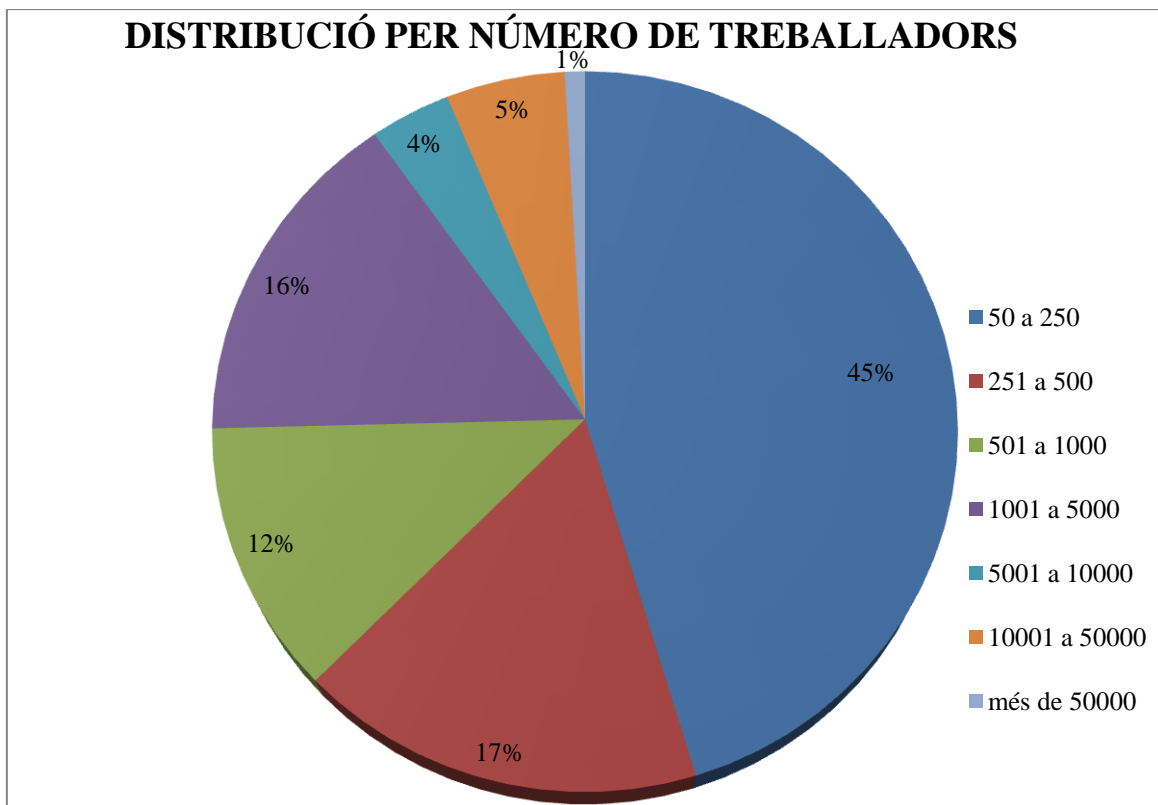
**Figura 17:** Distribució Geogràfica de la mostra d'estudi. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)





Pel que fa les respostes en termes de número de treballadors, tal i com mostra la figura 18, a prop de la meitat dels enquestats (45,35%) tenen de 50 a 250 treballadors. La distribució en els trams de 251 fins a 5000 treballadors queda uniformement repartida amb percentatges del 17,12 %, 12,13% i 15,53% respectivament. D'una manera residual tenim amb un 3,6 % empreses de 5001 a 10000 treballadors i amb un 5,3% empreses de 10001 a 50.000 treballadors. Finalment, un 0,9% dels enquestats tenen més de 50.000 treballadors.

**Figura 18:** Distribució de la mostra d'estudi per número de treballadors. Font: Elaboració pròpia a partir de Penttilä (2016)



# **CAPÍTOL 5**

## **ANÀLISI ESTADÍSTICA DEL COMPORTAMENT EMPRESARIAL EN L'ÀMBIT INTERNACIONAL**

---

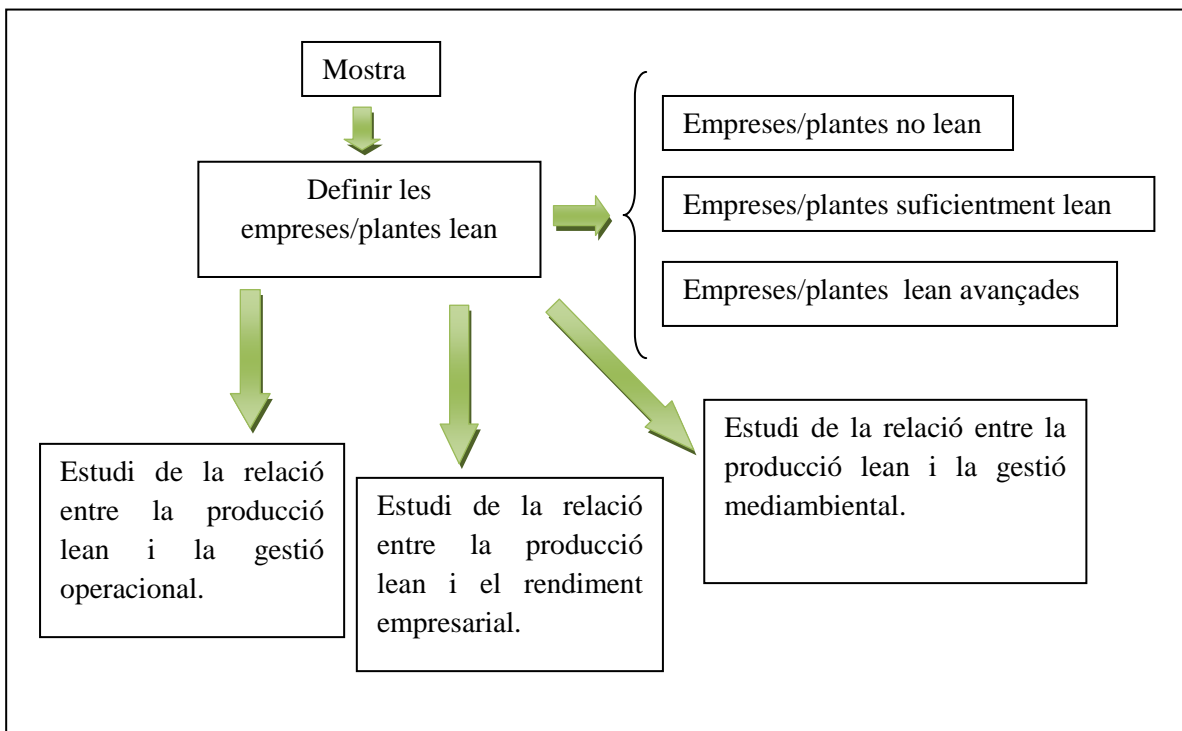
## 5. Anàlisi estadística del comportament empresarial en l'àmbit Internacional.

### 5.1 Les empreses de la mostra

A continuació es descriuen les característiques més rellevants de les empreses participants en l'estudi. Tal i com s'ha indicat en el capítol anterior, la població original consta de 931 empreses/plantes, tot i que s'han exclòs aquells enquestats que no compleixen amb els requisits establerts pels organitzadors de l'enquesta. Després de l'eliminació dels enquestats no vàlids, la població final és de 882 plantes/empreses.

El present treball pretén analitzar les característiques del sector industrial internacional, amb l'objectiu d'avaluar la relació entre el *lean manufacturing* i la gestió mediambiental sobre el rendiment empresarial. És per aquesta raó que la mostra final esta formada per les empreses que han respòs a aquestes qüestions. Tenint tot això en compte, la mostra final del nostre estudi és de 535 plantes/empreses.

La nostra recerca segueix els passos indicats a continuació.

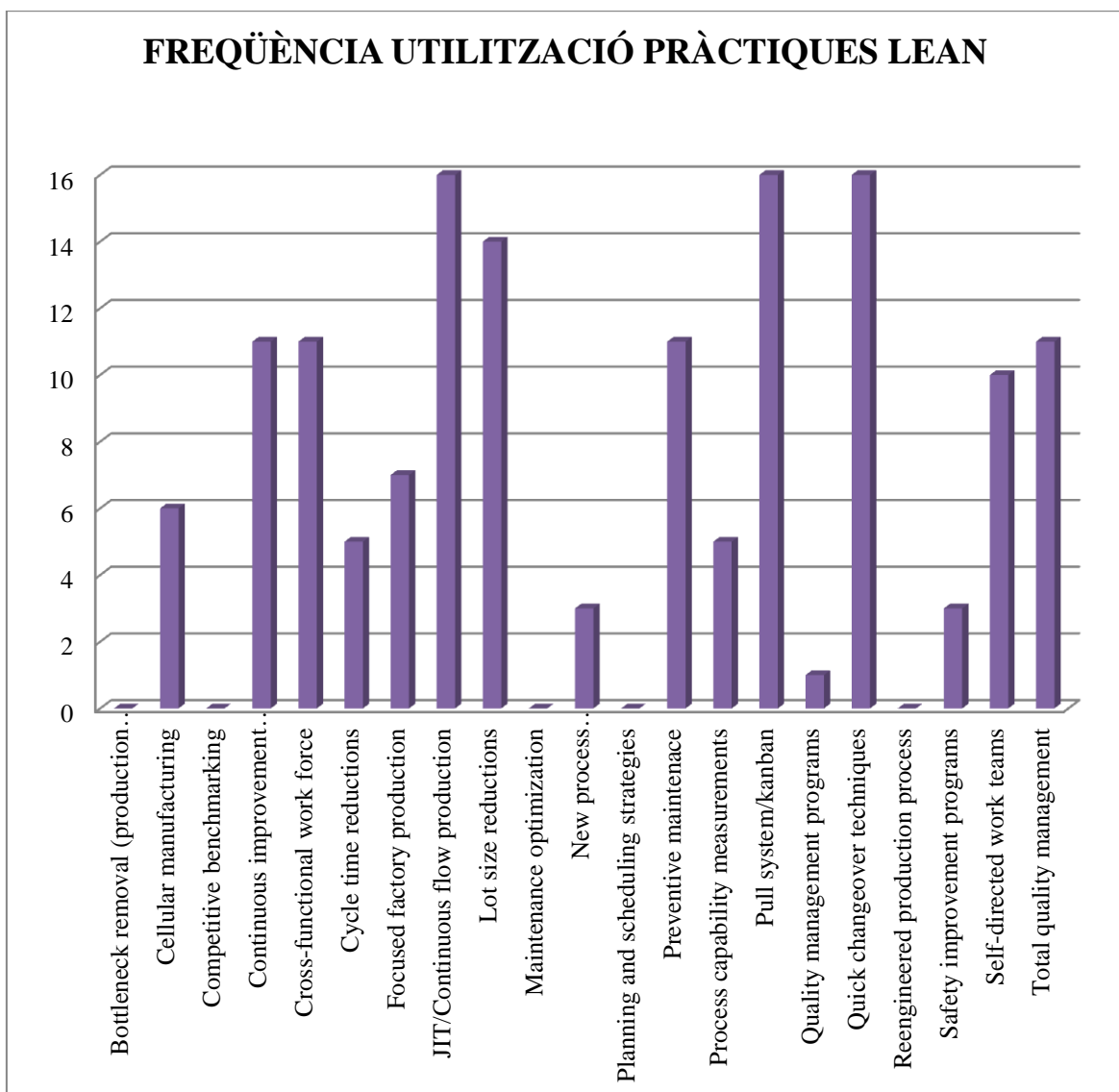


### 5.1.1 Definició de les empreses lean

L'objectiu principal del concepte de producció *lean* és l'eliminació sistemàtica del malbaratament mitjançant un conjunt de pràctiques que ens permeten produir de forma més competitiva i sostenible un producte o servei a ritme de la demanda.

Shah i Ward (2003), analitzen 16 articles relacionats amb les practiques utilitzades en la producció *lean*. Com es pot veure en la figura 19, la freqüència d'utilització d'aquestes pràctiques varia significativament.

**Figura 19:** Freqüència utilització pràctiques lean. Font: Elaboració pròpia a partir de Sha i Ward (2003)



Podem observar que algunes de les pràctiques més usuals són la producció de flux continu/ JIT i el Sistema Pull/Kanban. En contraposició, algunes de les pràctiques menys usuals són la optimització del manteniment, les estratègies de planificació o els programes de gestió de la qualitat.

El primer pas a seguir tal i com indicàvem inicialment i basant-nos en Losonci i Demeter (2013), és el d'agrupar les empreses/plantes segons la utilització de les pràctiques *lean*. Per tant, qualsevol de les empreses enquestades que ha realitzat un pas en aquesta direcció és considerada com a *lean*.

Les pràctiques analitzades en el present treball per tal d'agrupar les diferents empreses segons la utilització de les pràctiques *lean* són:

- La implementació del model d'organització lean.
- La implementació de programes de millora continua.
- La reestructuració dels processos productius i dels seus layouts per tal d'obtenir una millor focalització i racionalització dels processos.
- La implementació d'accions per tal de portar a terme la producció Pull (per exemple: fent servir sistemes KANBAN o la reducció de la mida dels lots)
- La implementació de programes de millora i control de la qualitat (TQM)
- La implementació de programes de millora dels equips productius (TPM)

Numèricament això significa que, si cada pràctica es mesura en una escala Likert de 1 a 5, on 1 significa cap acció i 5 significa el màxim grau d'utilització, s'ha d'aconseguir el nivell 2 en cada pràctica per a ser una empresa suficientment *lean*. Les empreses que assoleixin un nivell 3 en cada una de les pràctiques analitzades són considerades com a empreses *lean* avançades.

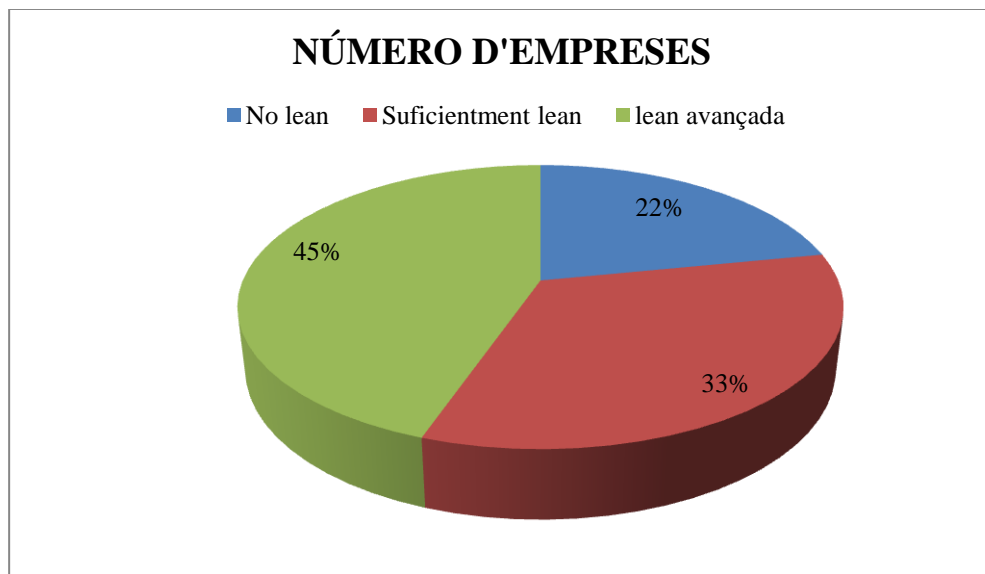
A la taula 9 podem observar la distribució de les empreses per utilització de les practiques *lean*.

**Taula 9:** Distribució per utilització de les practiques lean. Font: Elaboració pròpia.

Classificació planta/empresa	Mostra	
	Número d'empreses	Percentatge sobre la mostra
No lean	118	22%
Suficientment lean	179	33%
Lean avançada	238	45%
Total	535	100%

A la figura 20 es representa la distribució de la mostra per utilització de les practiques *lean*.

**Figura 20:** Distribució per utilització de les practiques *lean*. Font: Elaboració pròpia



A la taula 10 podem observar els resultats (valors mitjans) obtinguts de l'enquesta IMSS VI sobre la utilització de les practiques *lean* de les empreses de la mostra. A partir d'ara les empreses classificades com a suficientment *lean* les anomenarem simplement empreses *lean*.

**Taula 10:** Utilització de les practiques *lean* en empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades. Font: Elaboració pròpia.

Pràctiques <i>lean</i>	Classificació de les empreses		
	No <i>lean</i>	<i>lean</i>	<i>lean</i> avançada
Racionalització i focalització de processos	2,74	3,51	3,85
Producció Pull	2,38	3,17	3,83
TQM	2,5	3,07	3,86
TPM	2,24	2,75	3,72
Organització <i>lean</i>	2,42	2,95	3,75
Millora continua	2,26	3,28	3,97
Total empreses	118	179	238

Per tal veure si totes les variables analitzades són significativament millors davant les empreses *lean* avançades que davant les empreses classificades com a no *lean*, realitzarem un contrast d'hipòtesis per cadascuna de les sis pràctiques. Tal i com podem observar, les mostres no segueixen la llei normal. A més a més, hi ha tres grups de dades i aquests són independents entre ells. Per tant, aplicarem el test de Kruskal-Wallis per realitzar el contrast d'igualtats.

Si disposéssim de dades normals, suposant que la distribució és la mateixa i que  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$ , voldríem determinar si hi ha alguna diferència estadísticament significativa entre les mitjanes corresponents a les tres mostres, per la qual cosa es pot plantejar el contrast d'hipòtesis següent, en què el símbol  $\mu_i$  representa la mitjana de la població  $i$ -èsima per a  $i=1,2,3$

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1: \text{no totes les mitjanes són iguals} \end{array} \right.$$

En altres paraules, la hipòtesi nul·la,  $H_0$ , sosté que no hi ha diferències significatives entre les diferents mitjanes poblacionals, mentre que la hipòtesi alternativa,  $H_1$ , sosté tot el contrari, com ara que les mitjanes sí que són significativament diferents. És important observar aquí que la hipòtesi alternativa no diu que totes les mitjanes siguin significativament diferents entre elles, sinó simplement que no totes les mitjanes són iguals, tot i que n'hi pot haver algunes que sí que ho siguin.

En no tenir dades normals, el test d'igualtat de mitjanes queda substituït per la prova de Kruskal-Wallis (extensió de la prova U de Mann-Whitney per a més de dos grups), que substitueix les mitjanes per medianes. El contrast de la hipòtesi anterior l'obtenim mitjançant l'ús del programa estadístic Minitab, el qual calcula el risc o p-valor associat al test. A partir d'aquest p-valor determinarem si ha estat possible trobar prou evidències per rebutjar la hipòtesi nul·la o si, per contra, sembla que les dades empíriques no estan en contradicció amb la hipòtesi nul·la i, per tant, s'accepta aquesta com a vàlida.

Abans de resoldre el test fixarem un valor de significació,  $\alpha = 0,05$ . Un nivell de significació de 0,05 indica un risc del 5% de concloure de que hi ha una diferència quan no hi ha cap diferència realment.

P-valor  $\leq \alpha$ : Les diferències entre algunes de les medianes són estadísticament significatives

Si el valor p és menor o igual que el nivell de significació, es rebutja la hipòtesi nul·la i es conclou que no totes les medianes són iguals.

P-valor  $> \alpha$ : Les diferències entre les medianes no són estadísticament significatives

Si el valor p és major que el nivell de significació, no té prou evidències per a rebutjar la hipòtesi nul·la de que les medianes dels grups són totes iguals.

El procediment del test és el següent:

- $R = (R_{11}, \dots, R_{1n_1}, \dots, R_{a1}, \dots, R_{an_a})$  rangs de la mostra.

Suma de rangs dins de cada grup:

$$R_i = \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij} \quad (1)$$

Com més heterogenis siguin els  $R_i$ , més evidència a favor de  $H_1$ .

- $H$  és l'estadístic de prova per a la prova de Kruskal-Wallis. Minitab utilitza l'estadístic de prova per a calcular el valor de  $p$ , que s'utilitza per prendre una decisió sobre el grau de significació dels termes i el model.

Un estadístic de prova ( $H$ ) prou alt indica que almenys una diferència entre les mitjanes és estadísticament significativa. Per tant, es pot utilitzar l'estadístic de prova per determinar si s'ha de rebutjar la hipòtesis nul·la.

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^a \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) \quad (2)$$

Si  $H_0$  és certa,  $H \approx \chi^2(0-1)$  és a dir "  $H$  té distribució asimptòtica khi-quadrat amb  $(a-1)$  graus de llibertat.

Rebutjarem  $H_0$  si  $H \geq \chi^2_{\alpha}(a-1)$ , o bé si  $p\text{-valor} = \Pr \{X^2 \geq H | H_0\} \leq \alpha$  per a  $X^2 \sim \chi^2(a-1)$ .

A continuació s'adjunten les sortides de Minitab de les variables analitzades (taules 11 a 16) per a empreses no lean, lean i lean avançades.

**Taula 11:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable racionalització i focalització de processos per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	190,2	-6,19
Lean	179	3,000	257,6	-1,10
Lean avançades	238	4,000	314,4	6,22
Total	535		268,0	
H=52,15	GL=2	P=0,000		
H=56,53	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	



**Taula 12:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable producció pull per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	163,9	-8,28
Lean	179	3,000	239,5	-3,02
Lean avançades	238	4,000	341,0	9,78
Total	535		268,0	
H=112,68	GL=2	P=0,000		
H=120,85	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 13:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable TQM per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	175,4	-7,37
Lean	179	3,000	222,0	-4,88
Lean avançades	238	4,000	348,5	10,78
Total	535		268,0	
H=122,71	GL=2	P=0,000		
H=133,21	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 14:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable TPM per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	168,1	-7,95
Lean	179	3,000	210,8	-6,07
Lean avançades	238	4,000	360,6	12,40
Total	535		268,0	
H=159,09	GL=2	P=0,000		
H=171,32	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 15:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable organització lean per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	175,2	-7,38
Lean	179	3,000	232,7	-3,74
Lean avançades	238	4,000	340,5	9,72
Total	535		268,0	
H=104,23	GL=2	P=0,000		
H=111,76	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 16:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable millora continua per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	2,000	148,5	-9,51
Lean	179	3,000	244,0	-2,55
Lean avançades	238	4,000	345,3	10,36
Total	535		268,0	
H=134,45	GL=2	P=0,000		
H=143,25	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

Com es pot veure en el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H en el cas de totes les variables, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que en tots els casos hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. A més a més el p-valor és  $\leq \alpha$  que és 0,05, el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

### 5.1.2 Avaluació de la fiabilitat i validesa de l'escala

Un cop seleccionades el conjunt de pràctiques *lean* més rellevants, s'ha d'avaluar les propietats psicomètriques del qüestionari o test. Per a que un test sigui un instrument de mesura útil s'ha de demostrar la seva fiabilitat i validesa. La fiabilitat fa referència al grau de precisió que ofereixen les mesures obtingudes mitjançant un test. Suposa també un intent per quantificar el grau d'error que afecta a aquestes mesures. Un mètode força utilitzat per a estimar la fiabilitat d'un test consisteix en calcular el coeficient alfa de Cronbach, la fórmula del qual és la següent:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n S_i^2}{S_x^2} \right) \quad (3)$$

A on  $n$  és la longitud del test (és a dir, el nombre de ítems que el componen),  $S_i^2$  és la variància de l'ítem  $i$ ,  $S_x^2$  és la variància que mostren les puntuacions totals del test. Un criteri bastant estès per a interpretar el coeficient alfa és que aquest ha de ser igual o superior a 0,70 (Nunnally, 1978), llavors es pot afirmar que el test té una fiabilitat suficient.

Si realitzem l'anàlisi de fiabilitat pel que fa al grau d'utilització de les pràctiques *lean* en empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades, el resultat obtingut és el següent:

$$\alpha = \frac{6}{6-1} \left| 1 - \frac{7,83}{22,63} \right| = 1,20 * 0,65 = \mathbf{0,78}$$

Com podem observar la alfa de Cronbach és 0,78, valor superior a 0,70. Per tant, podem concloure que els qüestionari o test és fiable.

## 5.2 La producció lean i el rendiment operacional.

En aquest apartat analitzem la relació entre la producció *lean* i el rendiment operacional. Les variables utilitzades en la nostre anàlisi, les quals citem a continuació, ens mostren com ha evolucionat el rendiment operacional de les empreses enquestades en els últims tres anys. Aquestes variables han estat mesurades mitjançant una escala Likert de 1-5, a on 1 indica un deteriorament del rendiment d'un 5% o més, 2 indica cap canvi (-5% / +5%), 3 indica un augment del rendiment entre un 5 % i un 15%, 4 indica un increment entre un 15% i un 25% i 5 indica una important increment del rendiment d'un 25% o més.

Les variables analitzades son:

1. El compliment amb les especificacions del client (qualitat del client)
2. La qualitat i disseny del producte.
3. La flexibilitat de fabricació segons el volum de la comanda (Flexibilitat per volum).
4. La flexibilitat de fabricació segons diferents tipologies de comandes (Flexibilitat Mix).
5. L'habilitat de personalitzar el producte segons les necessitats del client. (Habilitat de personalització del producte).
6. La qualitat de servei al client ( per exemple: informació, ajudes, formació).
7. La rapidesa en les entregues
8. La fiabilitat de les entregues
9. El cost unitari del producte

10. Els costos per comanda
11. El temps de fabricació
12. El temps d'aprovisionament

Per tal de resumir i descriure les característiques de les variables analitzades sobre el rendiment operacional, farem ús dels estadístics descriptius més importants.

### 5.2.1 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment operacional en empreses no lean.

A la taula 17 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses no *lean*.

**Taula 17:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>N</b>	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118
<b>Mitjana</b>	2,7458	2,9407	3,0508	2,941	2,9153	2,576	2,839	2,856	2,3644	2,1186	2,6441	2,3644
<b>Desv. Típica</b>	0,8981	0,9982	1,0447	1,096	1,0827	1,105	1,162	1,127	1,0014	0,9799	1,0502	0,9121
<b>Variància</b>	0,8066	0,9965	1,0914	1,202	1,1722	1,221	1,35	1,27	1,0028	0,9602	1,103	0,8319
<b>Asimetria</b>	0,1	-0,04	-0,29	-0,12	0,25	0,05	0,02	0,36	0,2	0,26	-0,01	0,1
<b>Curtosi</b>	-0,08	-0,64	-0,26	-0,15	-0,56	0,67	-0,44	-0,41	-0,15	0,74	-0,37	0,78
<b>Percentils 25</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>50</b>	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2
<b>75</b>	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3

“Flexibilitat per volum” ha obtingut la puntuació més alta dels 12 ítems descrits (3,0508). D'aquí és pot deduir que les empreses no *lean* que han implantat aquesta variable han percebut millores en el rendiment operacional.

En canvi la mitjana observada per a la resta de ítems és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns no *lean*, no han percebut una millora en el rendiment operacional.

El coeficient de curtosi mesura la major o menor concentració de dades al voltant de la zona central de la distribució. Quan el valor de curtosi és igual a 0 les dades presenten una concentració normal al voltant de la regió central de la distribució i es diu que la distribució és mesocúrtica. Quan el valor és més gran que 0, la distribució és leptocúrtica, i significa que existeix una gran concentració de valors al voltant de la zona central de la distribució. Si el valor de curtosi és inferior a 0, existeix una baixa concentració al voltant de la zona central de la distribució i es diu que la distribució és platicúrtica.

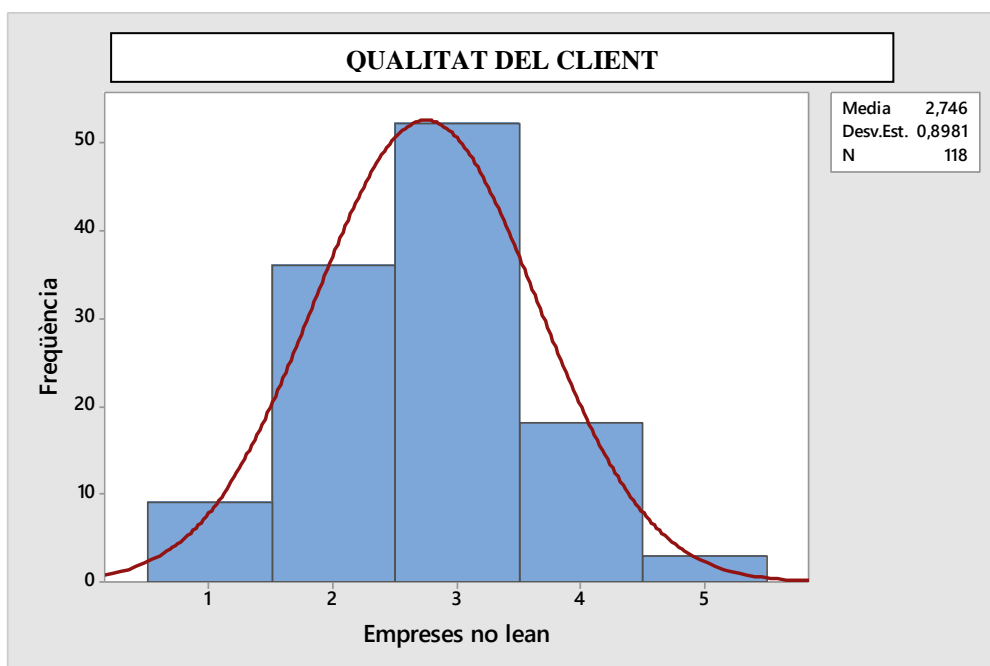
En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) en tots els casos excepte en les variable 6, 10 i 12 “qualitat del servei, costos per comanda i temps d’aprovisionament” respectivament, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. En els casos 6, 10 i 12, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

El concepte d’asimetria es refereix a si la corba que formen els valors de la sèrie presenta la mateixa forma a esquerra i dreta d’un valor central (mitjana aritmètica).

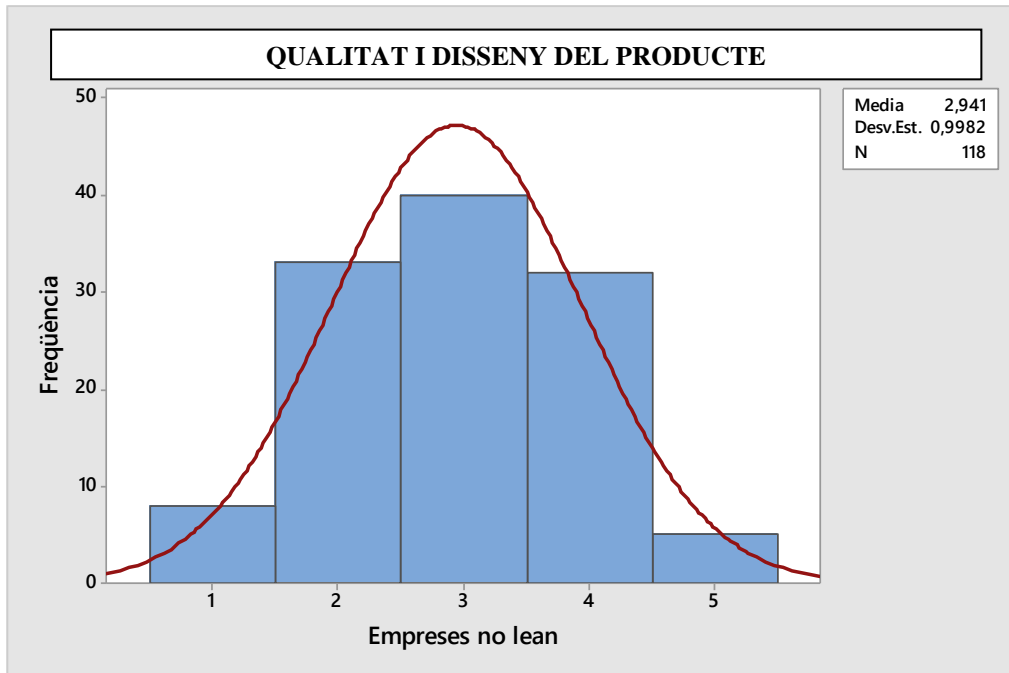
El coeficient d’asimetria és negatiu en el cas de les variables 2, 3, 4 i 11 “qualitat i disseny del producte, flexibilitat per volum, flexibilitat mix i temps de fabricació” respectivament, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta. Pel que fa a la resta, el coeficient d’asimetria és positiu, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s’adjunten els diagrames de freqüències d’aquestes variables (figura 21 a 32) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses no *lean*.

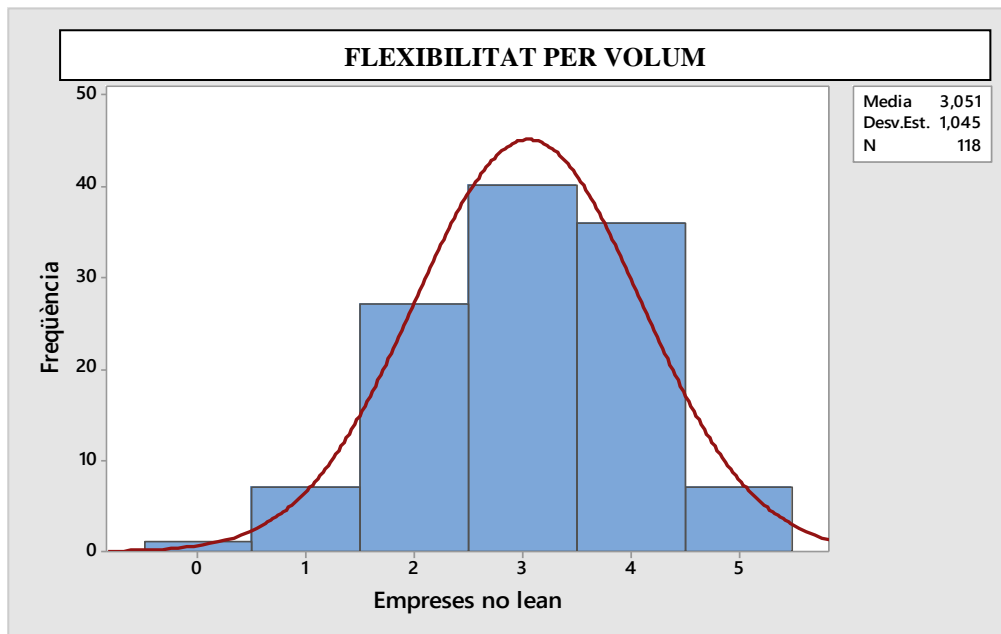
**Figura 21:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat del client. Font: Elaboració pròpia



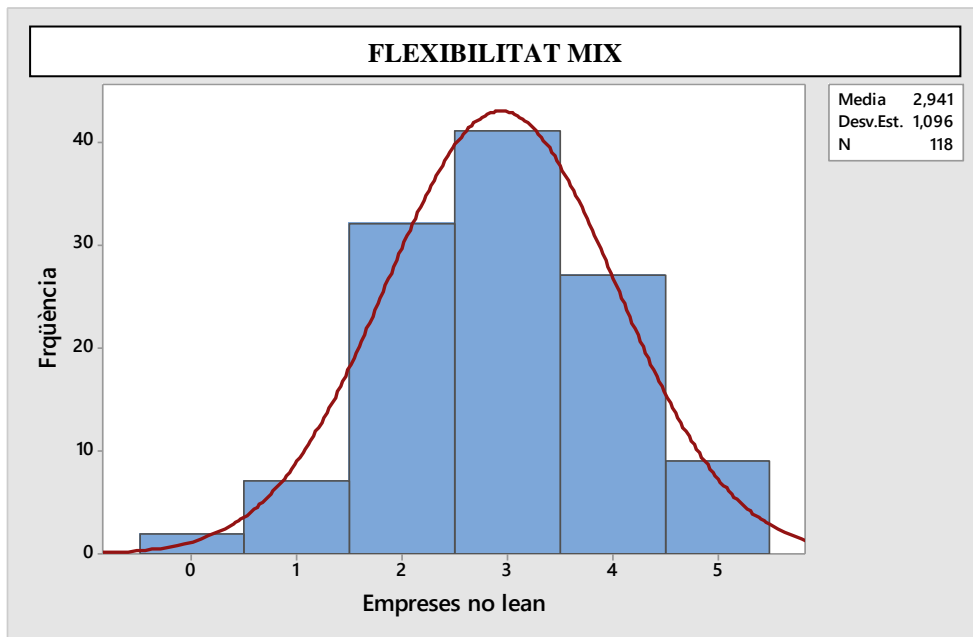
**Figura 22:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat i disseny del producte. Font: Elaboració pròpia



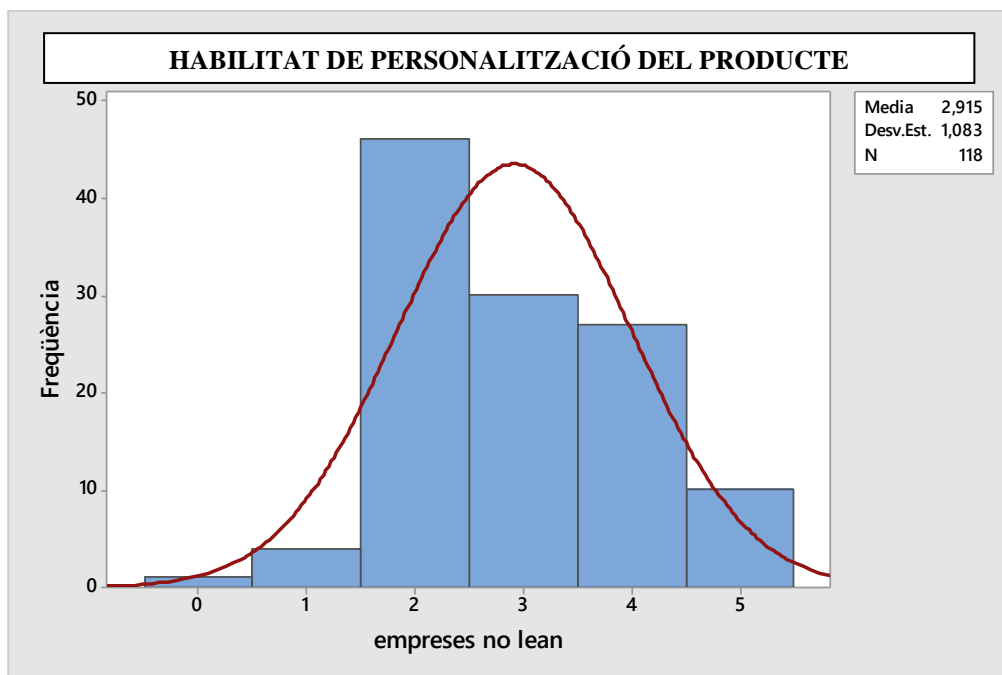
**Figura 23:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable flexibilitat per volum. Font: Elaboració pròpia



**Figura 24:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable flexibilitat mix. Font: Elaboració pròpia

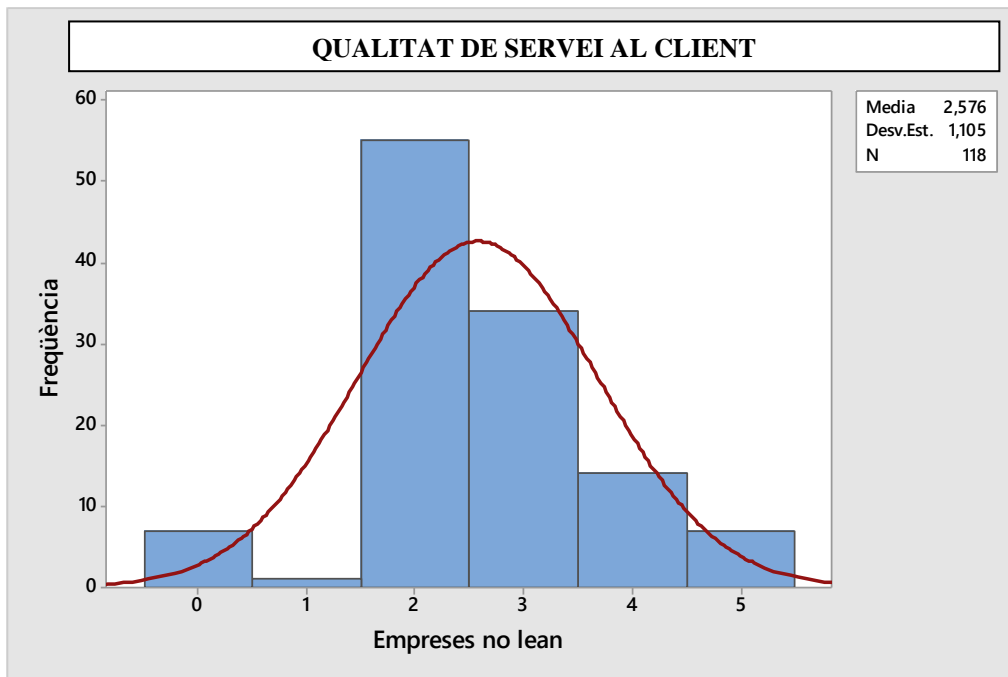


**Figura 25:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable habilitat de personalització del producte. Font: Elaboració pròpia

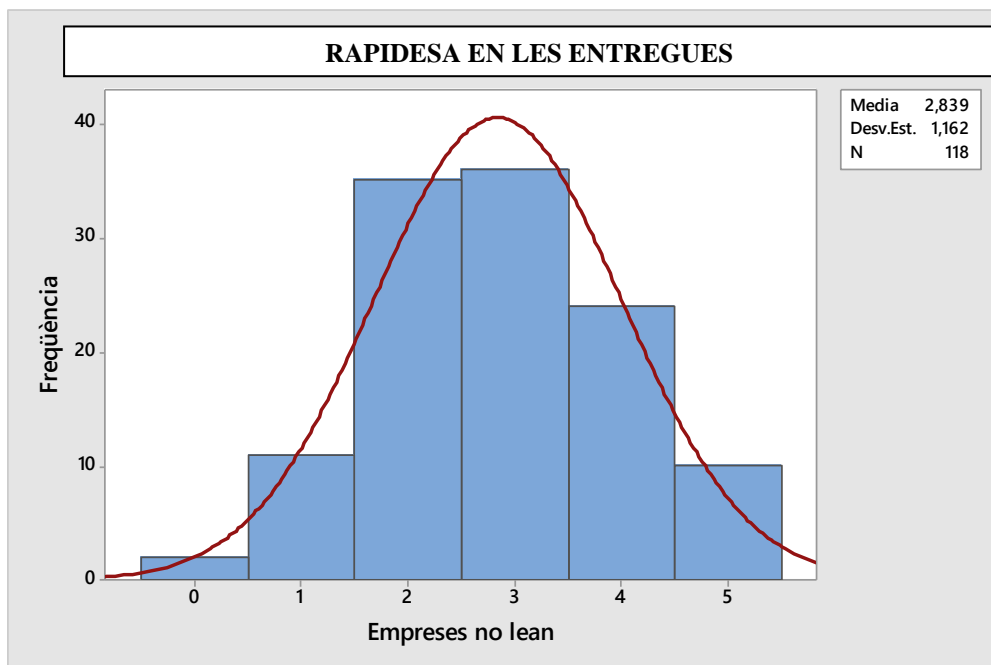




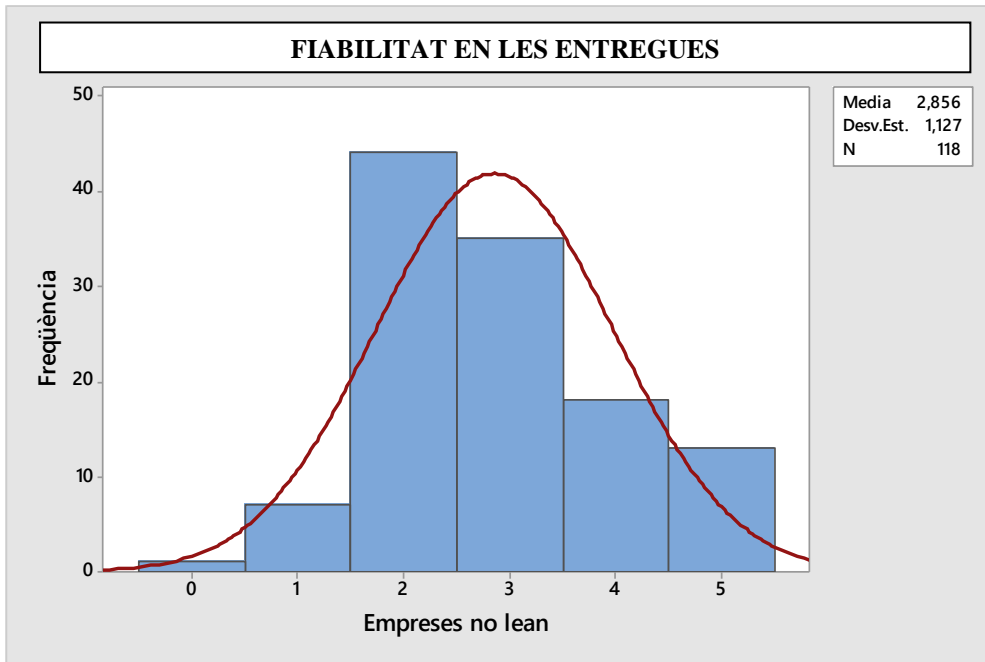
**Figura 26:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable qualitat de servei al client . Font: Elaboració pròpia



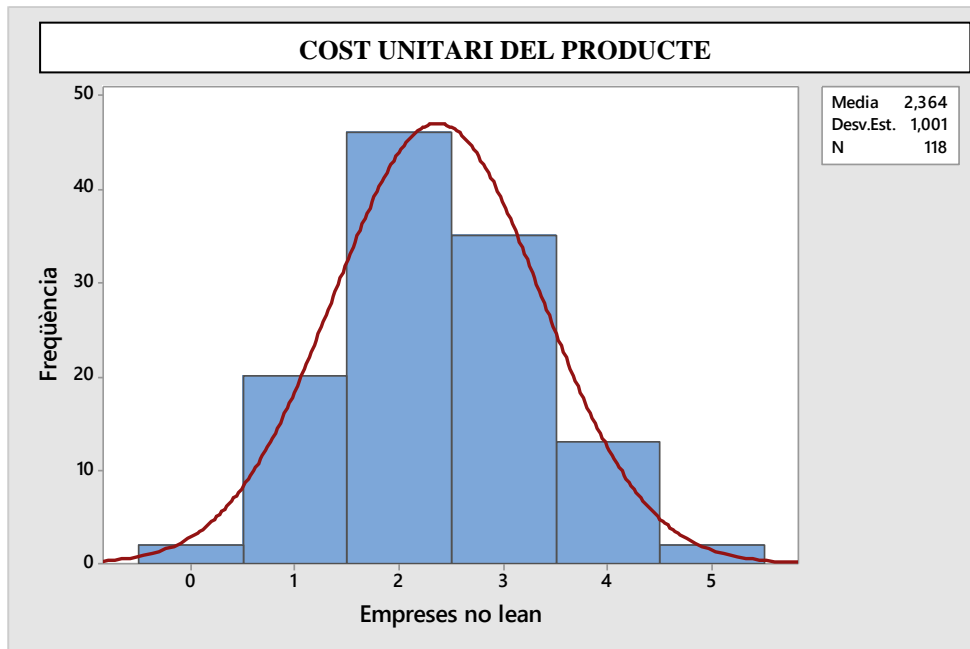
**Figura 27:**Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable rapidesa en les entregues. Font: Elaboració pròpia



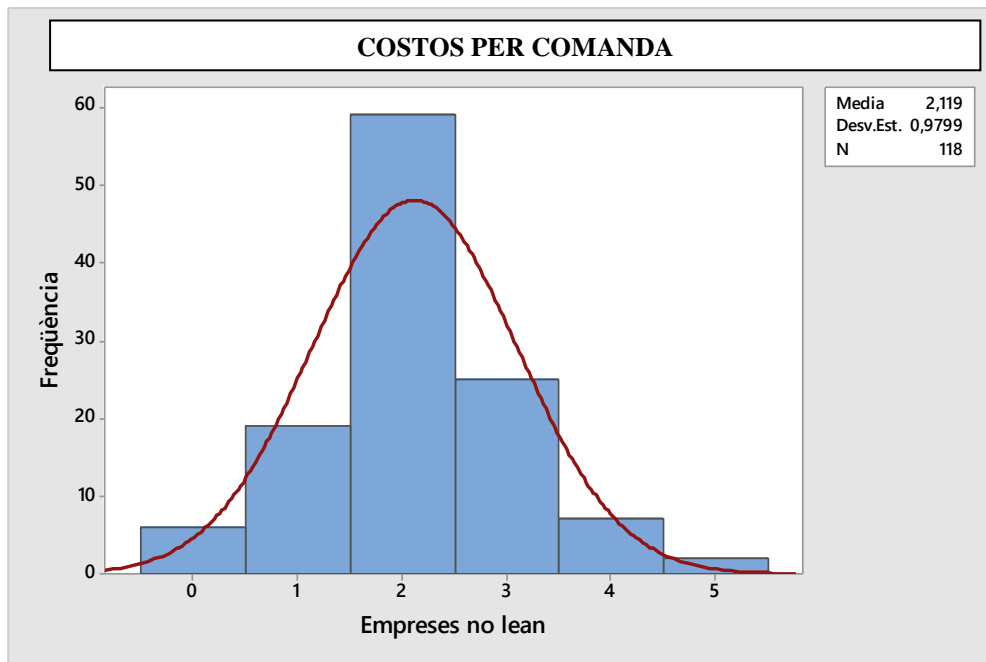
**Figura 28:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable fiabilitat en les entregues. Font: Elaboració pròpia



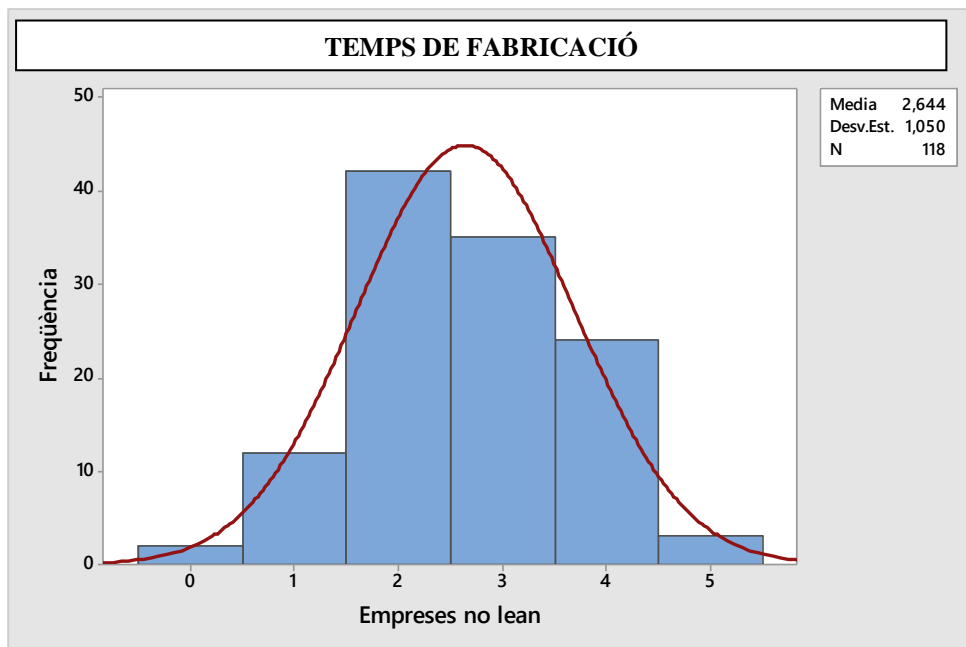
**Figura 29:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable cost unitari del producte. Font: Elaboració pròpia



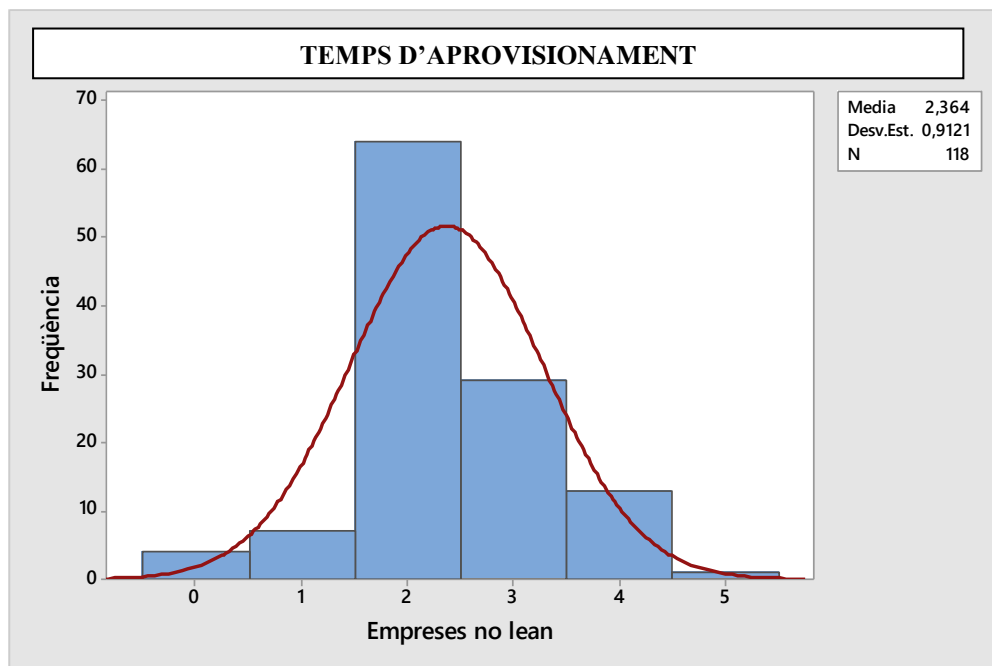
**Figura 30:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable costos per comanda. Font: Elaboració pròpia



**Figura 31:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps de fabricació. Font: Elaboració pròpia

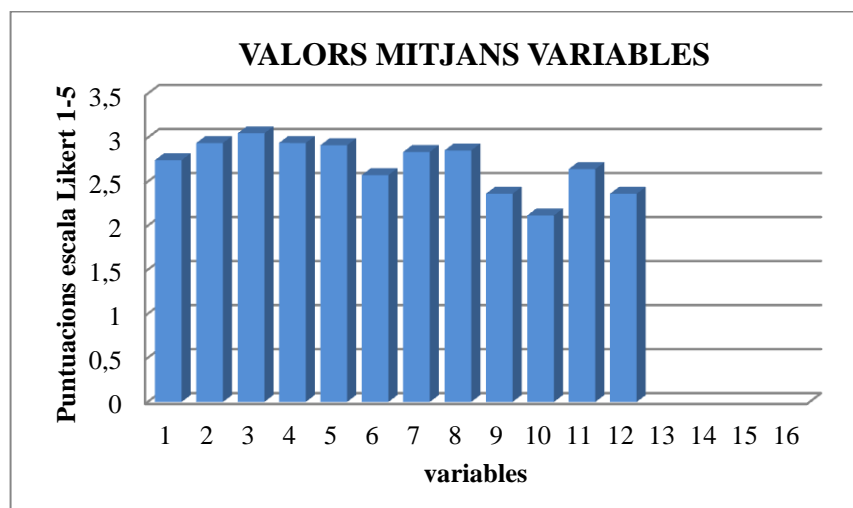


**Figura 32:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps d'aprovisionament. Font: Elaboració pròpia



A la figura 33 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 12 ítems.

**Figura 33:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable temps d'aprovisionament. Font: Elaboració pròpia



### 5.2.2 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses no lean.

S'anomena indicador sintètic a qualsevol combinació d'indicadors individuals, als quals ens referim com indicadors components (Cabrer et al. 2001). Cada vegada més, els indicadors sintètics són acceptats com eines útils per a la presa de decisions i la comunicació d'informació.

Són múltiples les raons que justifiquen l'ús d'indicadors sintètics. Algunes d'elles podria ser la capacitat per facilitar la interpretació de la informació per part dels usuaris i avaluar de forma senzilla fenòmens complexos i multidimensionals.

Per a que l'indicador sintètic compleixi aquest propòsit, la metodologia per a la seva obtenció hauria de complir els següents requisits:

- Minimitzar la quantitat d'informació perduda al realitzar l'agregació, de forma que l'indicador sintètic sigui una mesura multidimensional el més completa possible.
- No permetre la compensació total entre uns indicadors inicials i altres. Així, busquem que l'indicador sintètic ofereixi una millor avaluació per aquelles unitats que presenten una situació equilibrada en tots els aspectes avaluats per el sistema inicial.
- Reduir la subjectivitat associada a l'indicador sintètic reduint al mínim el paper de l'analista, de forma que les seves decisions influeixin el menys possible sobre els resultats finals.
- Permetre la discriminació total entre les alternatives considerades, reduint al mínim el nombre d'empats entre elles.

En el nostre estudi, considerarem un conjunt de 118 empreses (no *lean*) que avaluarem mitjançant la construcció d'un indicador sintètic que l'anomenarem "maduresa *lean* global" a partir de 12 indicadors coneguts. Els valors estan normalitzats de manera que són comparables.

Entre els diferents procediments d'agregació possibles, centrarem la nostra atenció en l'agregació additiva ponderada (AAP), també conegut com el mètode de la suma ponderada. Aquest és un dels mètodes més utilitzats per construir indicadors sintètics, degut a la seva transparència i fàcil aplicació.

L'Equació 4 mostra la seva formulació.

$$IS_i = \sum_{j \in J} w_j I_{ij} \quad (4)$$

A on  $w_j$  denota la ponderació assignada a l'indicador j-èsim, que com és lògic ha de complir:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (5)$$

El principal problema que es presenta és la definició dels coeficients de ponderació i la heterogeneïtat en les unitats dels indicadors parcials.

El criteri que utilitzem per assignar una ponderació als diferents indicadors parcials que formen l'indicador compost o sintètic és atorgar a cada un d'ells el mateix pes, és a dir, tots els indicadors parcials tenen la mateixa importància en la construcció de l'indicador sintètic. En el nostre cas seleccionem 12 indicadors per a la seva construcció, l'agregació de cada un d'ells en l'elaboració de l'indicador sintètic serà:

$$w_j = \frac{1}{12} = 0,0833$$

A la taula 18 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

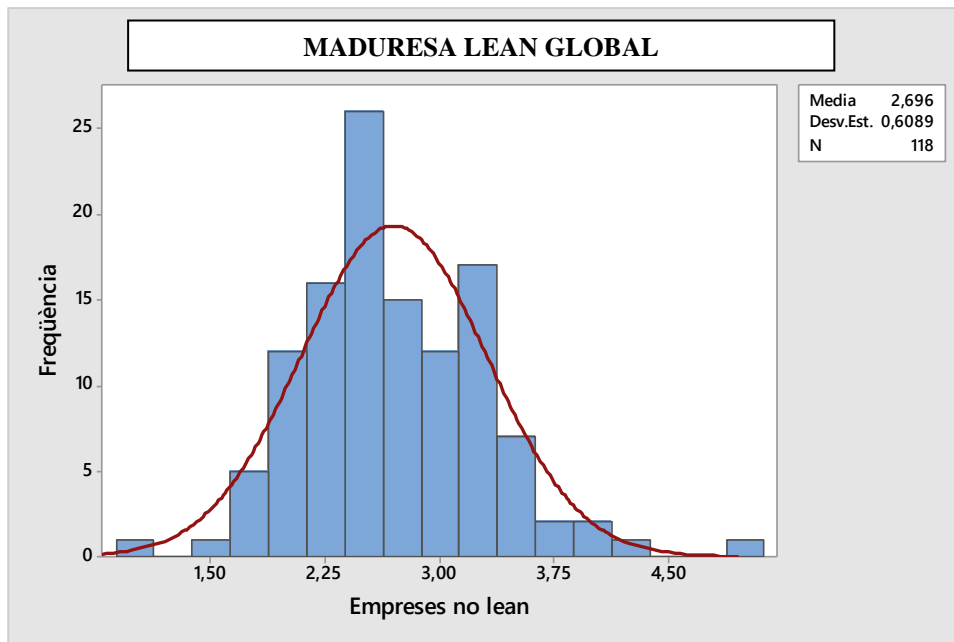
**Taula 18:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
<b>N</b>	118
<b>Mitjana</b>	2,6963
<b>Desv. Típica</b>	0,6089
<b>Variància</b>	0,3708
<b>Asimetria</b>	0,55
<b>Curtosi</b>	1,11
<b>Percentils 25</b>	2,2500
<b>50</b>	2,5833
<b>75</b>	3,1667

La mitjana és inferior a 3 (2,6963), pel que l'aportació és negativa. El coeficient de curtosi és positiu, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és positiu el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 34) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 34:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses no lean. Font: Elaboració pròpia



### 5.2.3 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses no lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment operacional, mitjançant el mètode no paramètric del coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre la "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" és significativament intensa ( $\rho=0,780$ ;  $p=0,000$ ). Es verifica una associació moderada entre "qualitat del client" i "qualitat i disseny del producte" ( $\rho=0,679$ ;  $p=0,000$ ), "qualitat i disseny del producte" i "fiabilitat en les entregues" ( $\rho=0,511$ ;  $p=0,000$ ) i "rapidesa en les entregues" i "temps de fabricació" ( $\rho=0,626$ ;  $p=0,000$ ). La resta de les variables tenen una intensitat d'associació dèbil (valors de rho entre 0,26 i 0,50) o escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25).

**Taula 19:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses no lean.

Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,679 (0,000)										
3	0,208 (0,024)	0,235 (0,010)									
4	0,158 (0,088)	0,214 (0,020)	0,387 (0,000)								
5	0,390 (0,000)	0,303 (0,001)	0,246 (0,007)	0,174 (0,060)							
6	0,370 (0,000)	0,408 (0,000)	0,204 (0,027)	0,332 (0,000)	0,313 (0,001)						
7	0,408 (0,000)	0,453 (0,000)	0,248 (0,007)	0,401 (0,000)	0,336 (0,000)	0,359 (0,000)					
8	0,425 (0,000)	0,511 (0,000)	0,367 (0,000)	0,367 (0,000)	0,332 (0,000)	0,409 (0,000)	0,780 (0,000)				
9	0,286 (0,002)	0,247 (0,007)	0,231 (0,012)	0,223 (0,015)	0,169 (0,067)	0,233 (0,011)	0,302 (0,001)	0,277 (0,002)			
10	0,136 (0,142)	0,143 (0,123)	-0,038 (0,684)	0,016 (0,864)	0,187 (0,043)	0,202 (0,028)	0,124 (0,181)	0,129 (0,164)	0,491 (0,000)		
11	0,376 (0,000)	0,305 (0,001)	0,129 (0,164)	0,210 (0,022)	0,164 (0,076)	0,205 (0,026)	0,626 (0,000)	0,500 (0,000)	0,411 (0,000)	0,117 (0,208)	
12	0,287 (0,002)	0,324 (0,000)	0,130 (0,160)	0,151 (0,103)	0,122 (0,189)	0,135 (0,146)	0,375 (0,000)	0,291 (0,001)	0,139 (0,134)	0,173 (0,061)	0,421 (0,000)

#### 5.2.4 Anàlisi de les variables del rendiment operacional en empreses lean.

A la taula 20 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean*.

**Taula 20:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses lean.

Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>N</b>	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179
<b>Mitjana</b>	3,000	3,1006	3,1229	3,0670	2,7933	2,6872	3,0782	3,0056	2,4246	2,3073	2,8436	2,4525
<b>Desv. Típica</b>	0,9301	0,9063	0,9578	1,0255	0,8911	0,9133	0,9146	0,9972	0,9413	0,8483	0,9529	0,8752
<b>Variància</b>	0,8652	0,8213	0,9174	1,0517	0,7941	0,8342	0,8365	0,9944	0,8861	0,7197	0,9080	0,7660
<b>Asimetria</b>	0,38	0,30	0,10	-0,07	0,52	0,35	0,24	-0,11	0,24	0,15	0,08	0,10
<b>Curtosi</b>	0,10	-0,65	-0,32	0,07	-0,42	0,79	-0,44	0,04	0,25	0,49	0,20	0,53
<b>Percentils 25</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>50</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
<b>75</b>	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3



“Flexibilitat per volum” ha obtingut la puntuació més alta dels 12 ítems descrits (3,1229). El segueixen “qualitat del client” (3,000), “qualitat i disseny del producte”(3,1006), “flexibilitat mix”(3,0670), “rapidesa en les entregues”(3,0782) i “fiabilitat en les entregues” (3,0056). D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* que han implantat aquestes variables han percebut millores en el rendiment operacional.

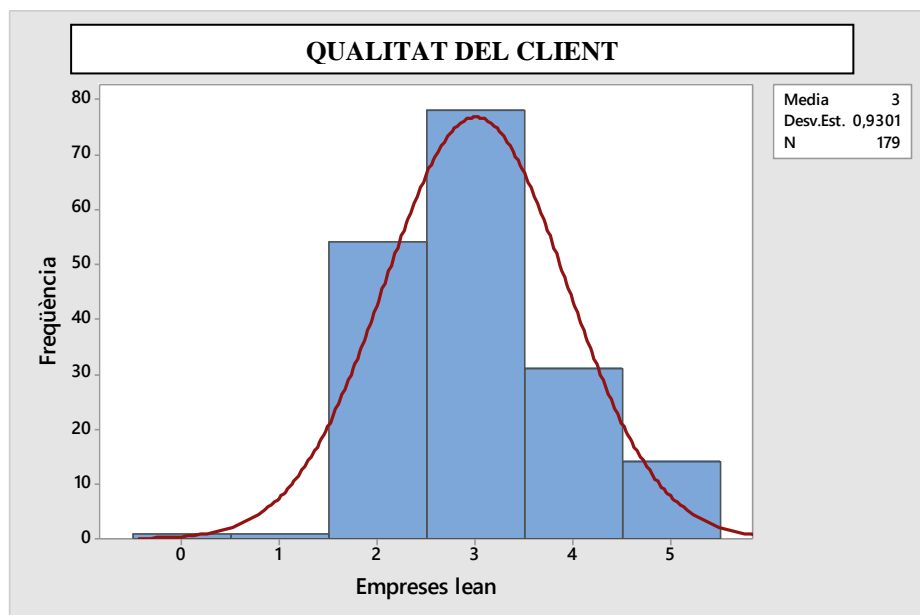
En canvi la mitjana observada per a la resta de ítems és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns *lean*, no han percebut una millora en el rendiment operacional.

El coeficient de curtosi és negatiu (distribució platocúrtica) en les variables 2, 3, 5 i 7, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. En els casos 1, 4, 6, 8, 9, 10, 11 i 12, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

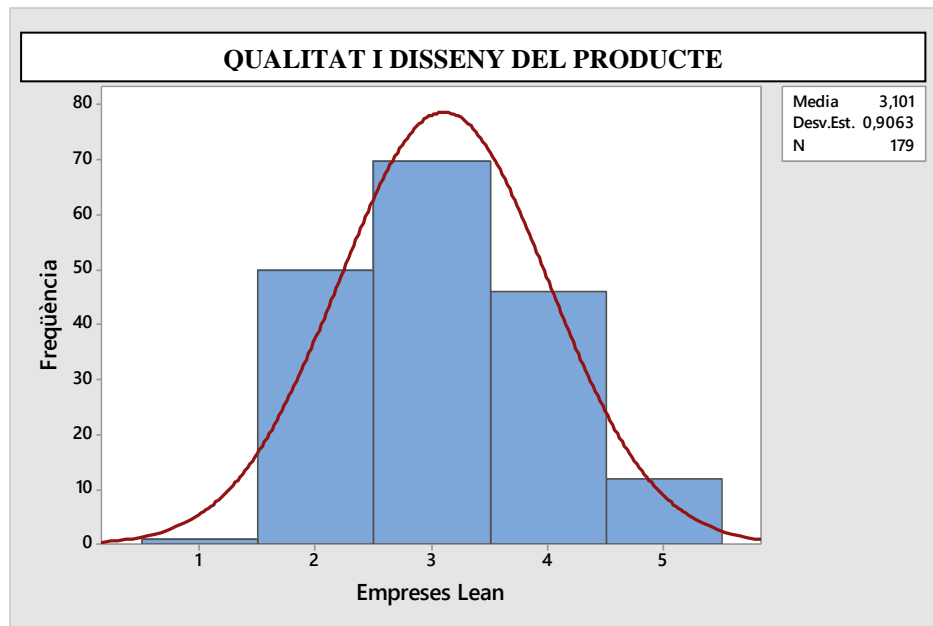
El coeficient d’asimetria és negatiu en el cas de les variables 4 i 8, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta. Pel que fa a la resta, el coeficient d’asimetria és positiu, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s’adjunten els diagrames de freqüències d’aquestes variables (figura 35 a 46) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean*.

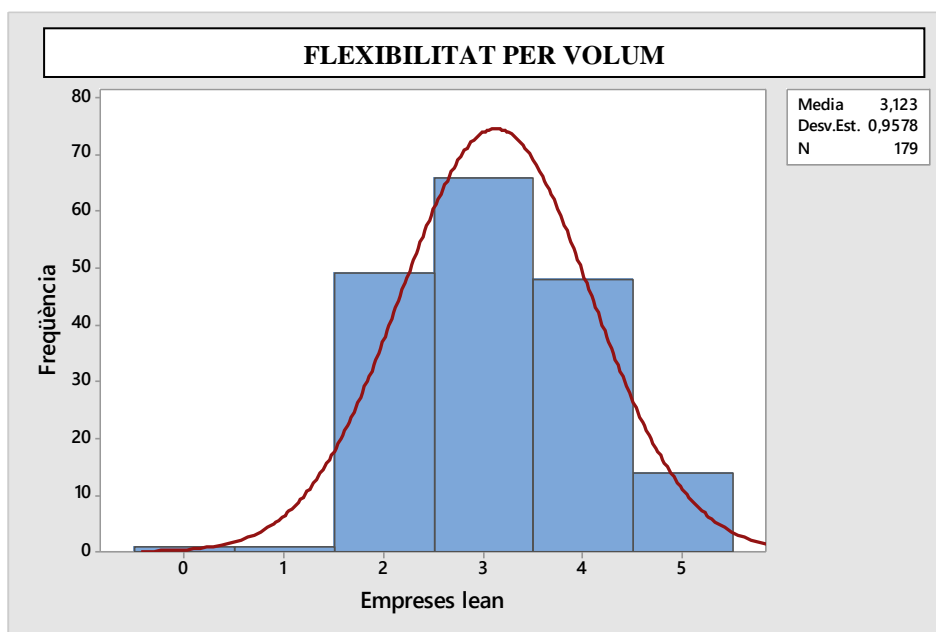
**Figura 35:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses *lean* variable qualitat del client. Font: Elaboració pròpia



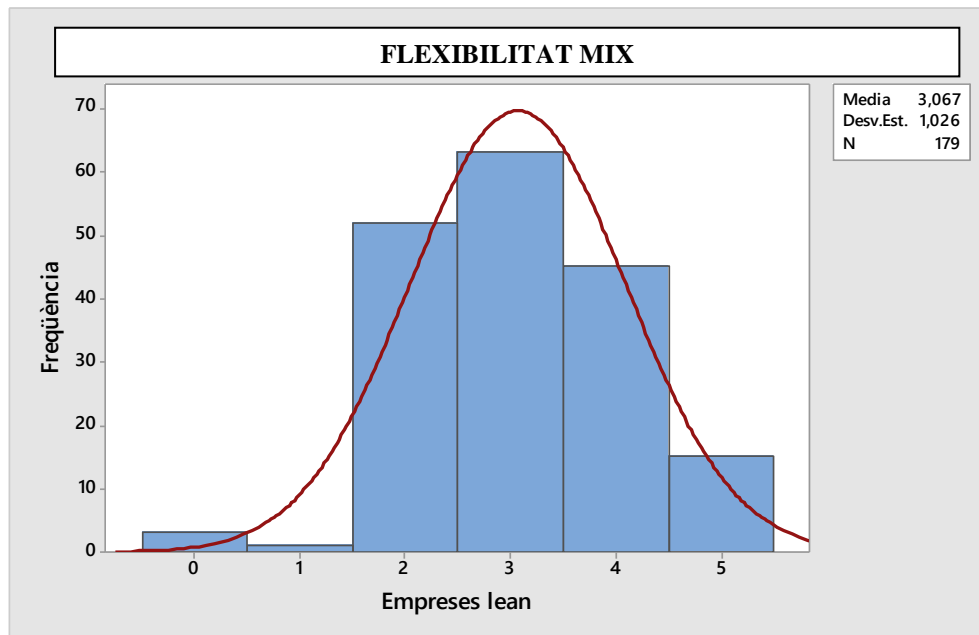
**Figura 36:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable qualitat i disseny del producte. Font: Elaboració pròpia



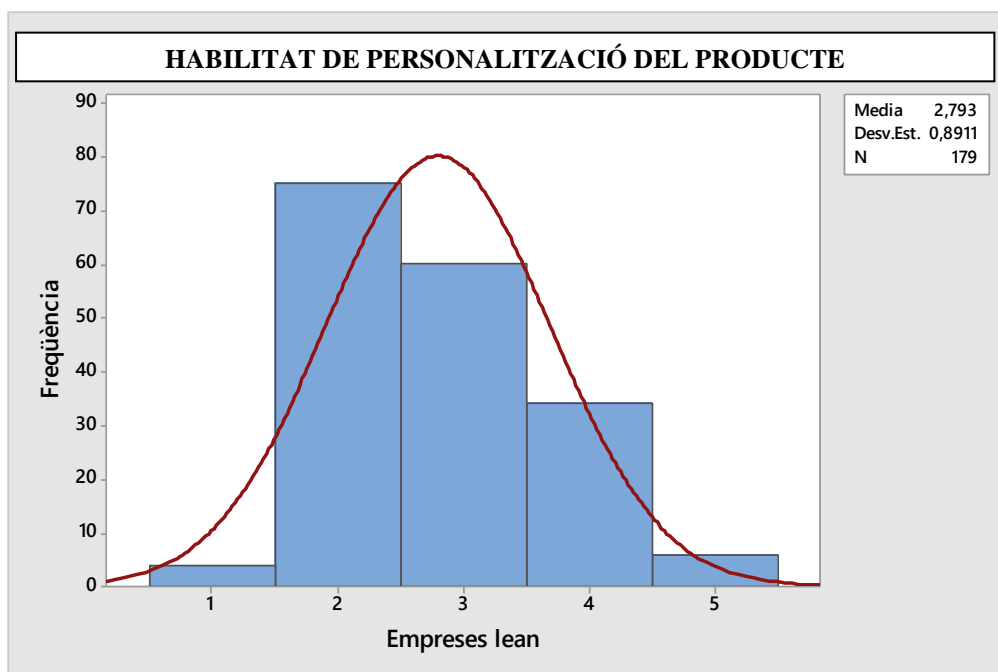
**Figura 37:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable flexibilitat per volum. Font: Elaboració pròpia



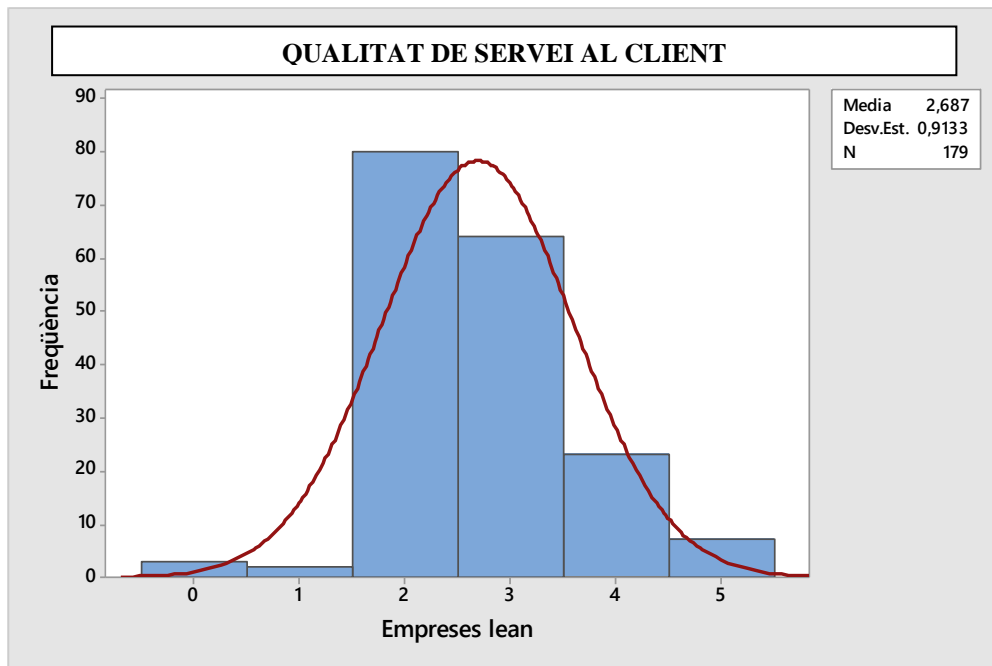
**Figura 38:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable flexibilitat mix . Font: Elaboració pròpia



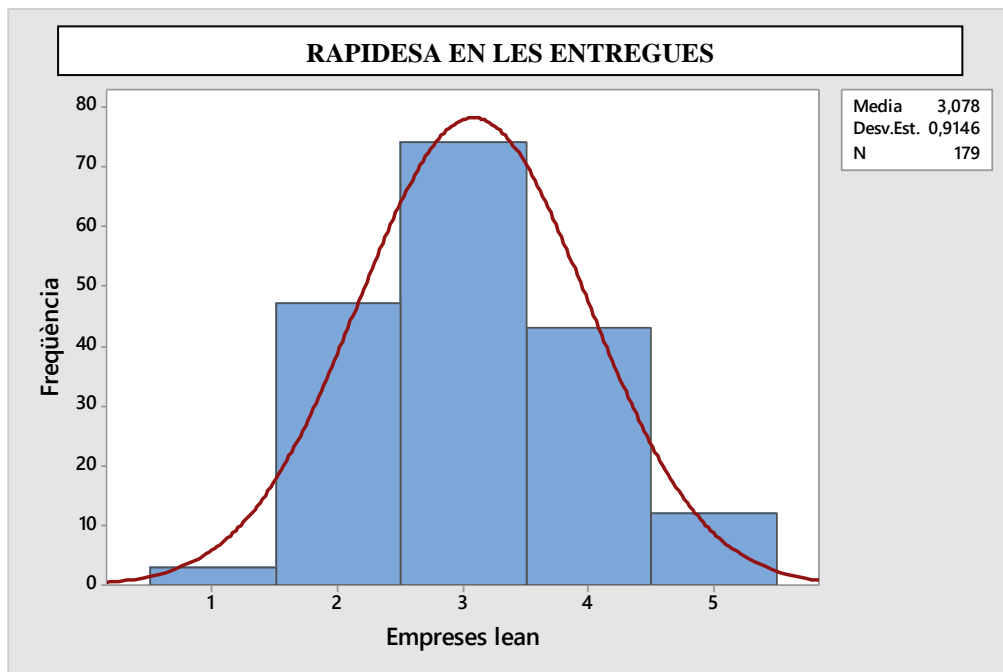
**Figura 39:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable habilitat de personalització del producte . Font: Elaboració pròpia



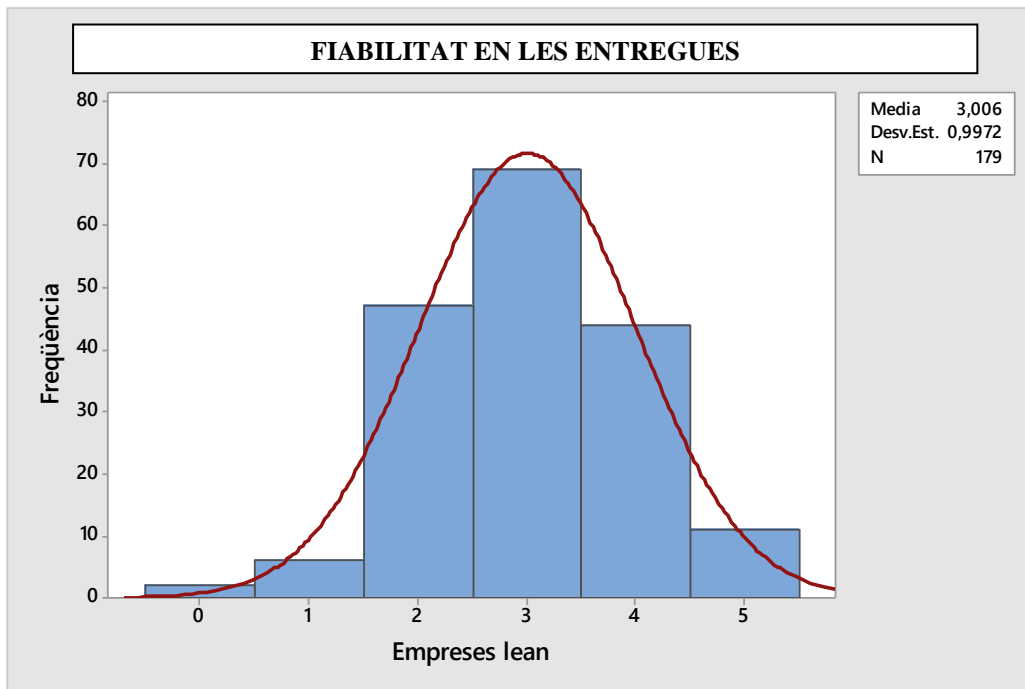
**Figura 40:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable qualitat de servei al client . Font: Elaboració pròpia



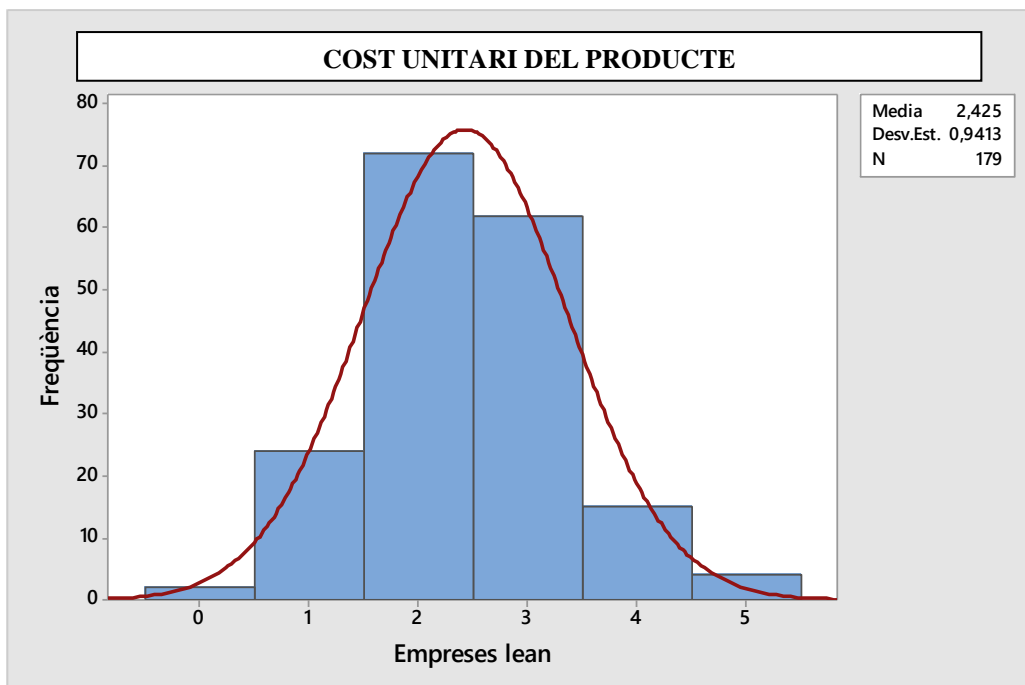
**Figura 41:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable rapidesa en les entregues. Font: Elaboració pròpia



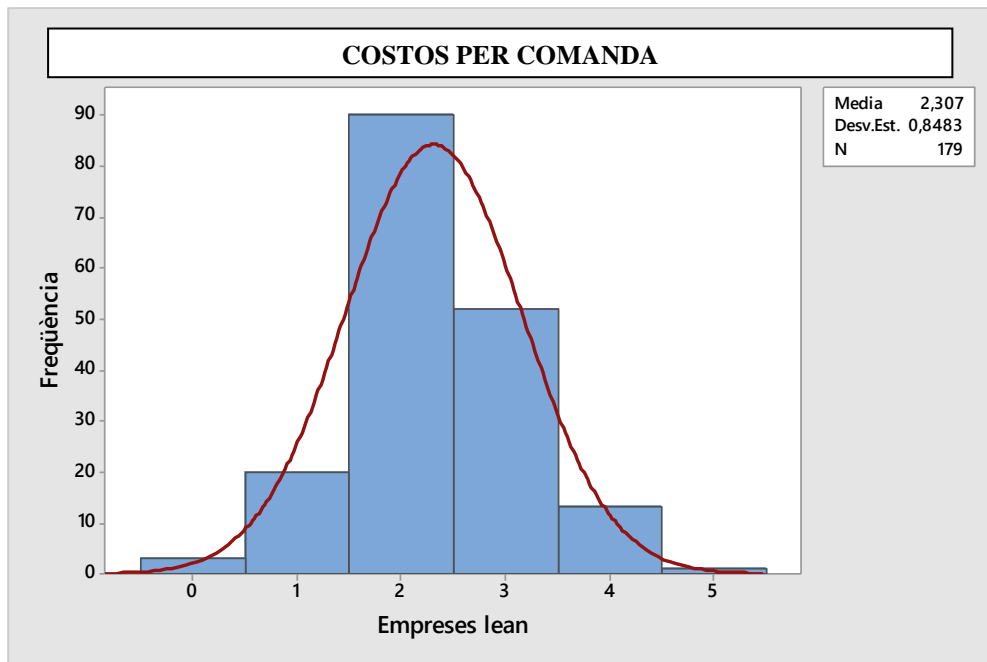
**Figura 42:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable fiabilitat en les entregues. Font: Elaboració pròpia



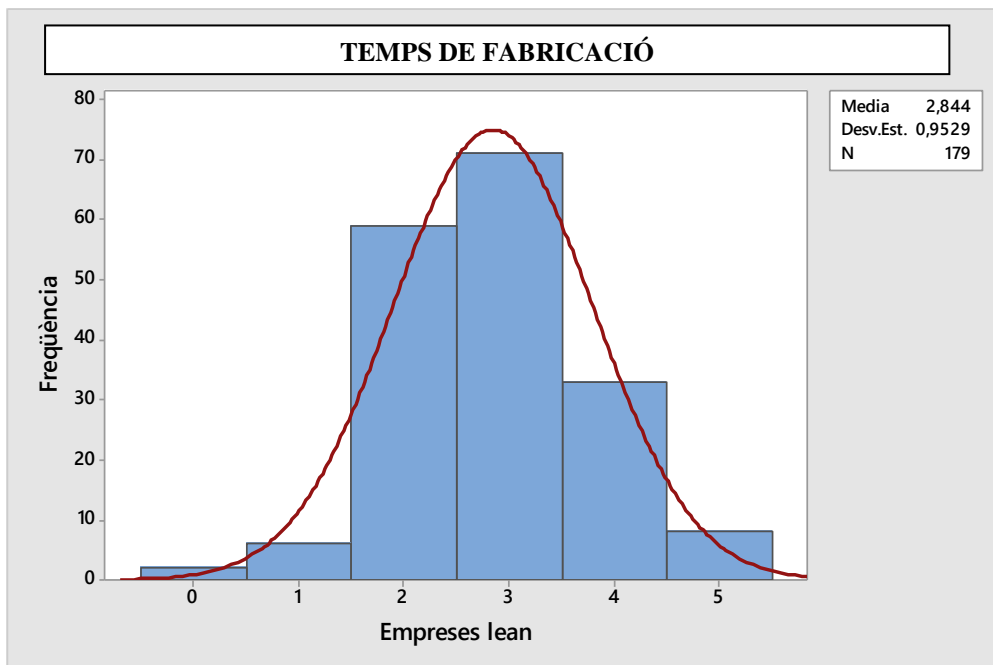
**Figura 43:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable cost unitari del producte. Font: Elaboració pròpia



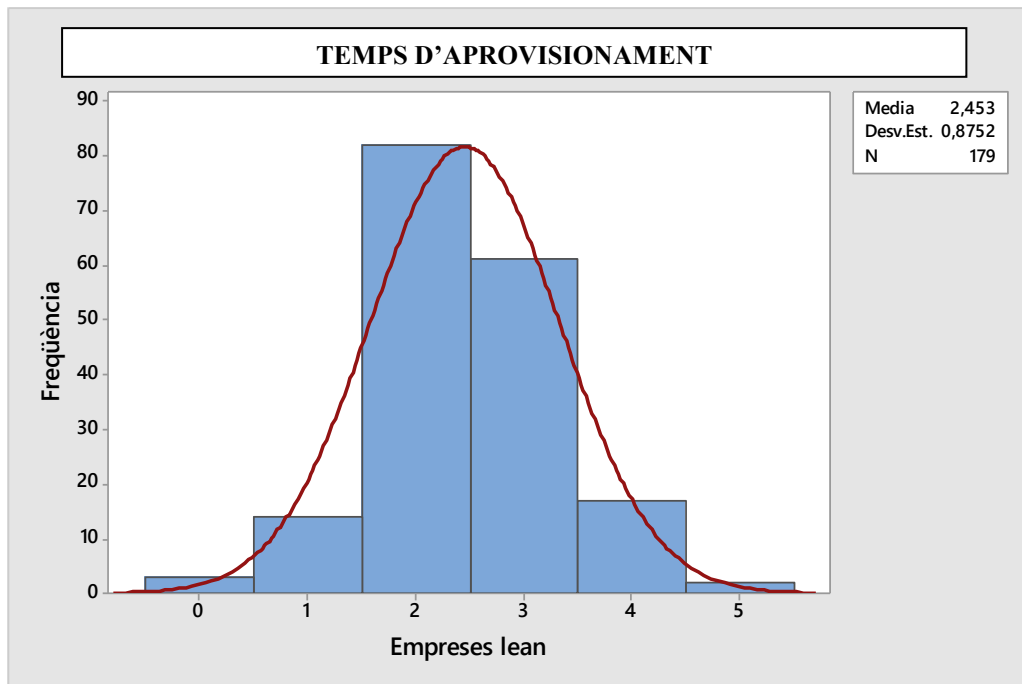
**Figura 44:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable costos per comanda. Font: Elaboració pròpia



**Figura 45:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable temps de fabricació. Font: Elaboració pròpia

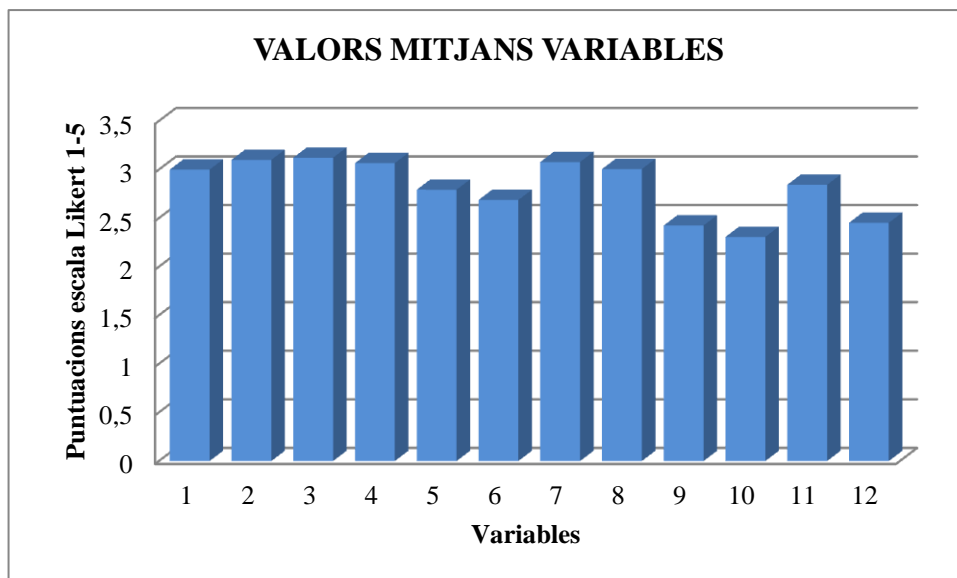


**Figura 46:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable temps d'aprovisionament. Font: Elaboració pròpia



A la figura 47 s'adjunta un diagrama de barres amb els valors mitjans dels 12 ítems.

**Figura 47:** Diagrama de barres dels valors mitjans de les puntuacions sobre una escala Likert dels 12 ítems. Font: Elaboració pròpia



## 5.2.4 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses lean.

A la taula 21 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

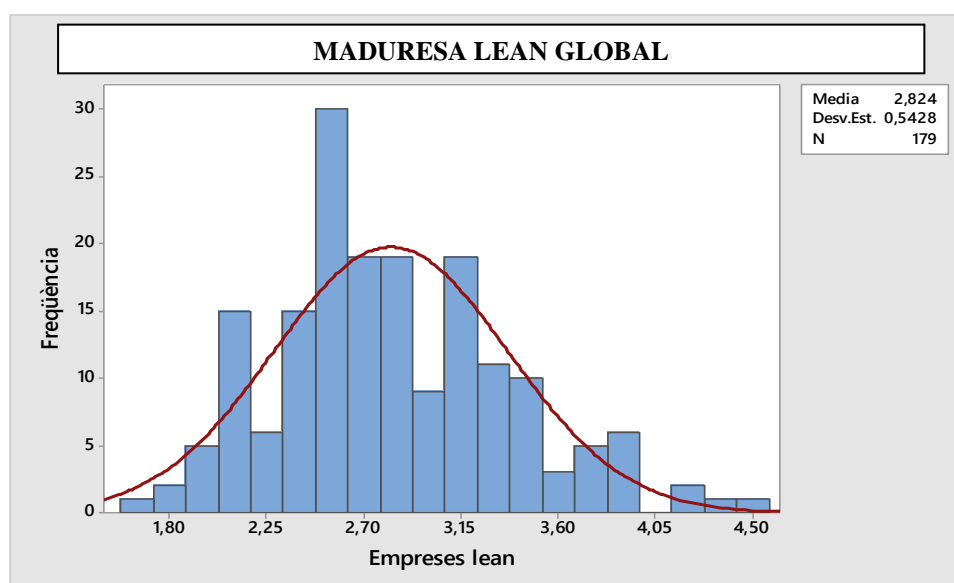
**Taula 21:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
N	179
Mitjana	2,8236
Desv. Típica	0,5428
Variància	0,2947
Asimetria	0,53
Curtosi	0,06
Percentils 25	2,500
50	2,7500
75	3,1667

La mitjana és inferior a 3 (2,8236), pel que l'aportació és negativa. El coeficient de curtosi és positiu, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és positiu el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra. No es pot considerar que la variable segueixi una distribució normal.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 48) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 48:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean. Font: Elaboració pròpia





### 5.2.5 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment operacional, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, no hi ha cap associació intensa o perfecte entre les diferents variables. Es verifica una associació moderada entre la "qualitat del client" i "qualitat i disseny del producte" (rho= 0,728; p=0,000), "flexibilitat per volum" i "flexibilitat mix" (rho=0,551; p=0,000), "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" (rho=0,709; p=0,000). La resta de les variables tenen una intensitat d'associació dèbil (valors de rho entre 0,26 i 0,50) o escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25).

**Taula 22:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses no lean.  
Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,728 (0,000)										
3	0,357 (0,000)	0,250 (0,001)									
4	0,367 (0,000)	0,337 (0,000)	0,551 (0,000)								
5	0,319 (0,000)	0,424 (0,000)	0,259 (0,000)	0,331 (0,000)							
6	0,288 (0,000)	0,385 (0,000)	0,170 (0,023)	0,163 (0,030)	0,259 (0,000)						
7	0,409 (0,000)	0,319 (0,000)	0,281 (0,000)	0,306 (0,000)	0,315 (0,000)	0,329 (0,000)					
8	0,399 (0,000)	0,393 (0,000)	0,275 (0,000)	0,271 (0,000)	0,363 (0,000)	0,375 (0,000)	0,709 (0,000)				
9	0,169 (0,024)	0,163 (0,030)	0,256 (0,001)	0,115 (0,127)	0,109 (0,145)	0,135 (0,071)	0,221 (0,003)	0,197 (0,008)			
10	0,097 (0,194)	0,107 (0,154)	0,047 (0,533)	0,022 (0,773)	0,092 (0,219)	0,119 (0,114)	0,120 (0,111)	0,098 (0,192)	0,547 (0,000)		
11	0,277 (0,000)	0,256 (0,001)	0,318 (0,000)	0,231 (0,002)	0,128 (0,088)	0,175 (0,019)	0,412 (0,000)	0,381 (0,000)	0,396 (0,000)	0,327 (0,000)	
12	0,157 (0,036)	0,173 (0,021)	0,143 (0,056)	0,068 (0,365)	0,206 (0,006)	0,375 (0,000)	0,172 (0,021)	0,201 (0,007)	0,299 (0,000)	0,362 (0,000)	0,459 (0,000)

## 5.2.6 Anàlisi de les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades.

A la taula 23 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean* avançades.

**Taula 23:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment operacional en empreses *lean* avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>N</b>	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238	238
<b>Mitjana</b>	3,2899	3,4370	3,4370	3,2815	3,1765	2,9160	3,2899	3,3908	2,6513	2,4706	2,8529	2,6639
<b>Desv. Típica</b>	0,8977	0,9107	0,9948	0,9768	0,9906	0,9685	0,9024	0,8922	0,9459	0,9707	0,9588	0,9212
<b>Variància</b>	0,8059	0,8293	0,9897	0,9542	0,9814	0,9381	0,8143	0,7960	0,8947	0,9422	0,9192	0,8486
<b>Asimetria</b>	-0,01	-0,13	-0,29	-0,34	0,16	0,11	0,16	-0,10	0,02	0,08	0,04	0,20
<b>Curtosi</b>	-0,60	-0,69	-0,39	0,24	-0,87	0,30	-0,62	-0,00	-0,09	0,56	-0,24	0,24
<b>Percentils 25</b>	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2
<b>50</b>	3	4	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3
<b>75</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3

“Qualitat i disseny del producte” i “Flexibilitat per volum” han obtingut la puntuació més alta dels 12 ítems descrits (3,4370). El segueixen “fiabilitat en les entregues” (3,3908), “qualitat del client” (3,2899), “flexibilitat mix”(3,2815), “rapidesa en les entregues”(3,2899) i “habilitat de personalització del producte” (3,1765). D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* avançades que han implantat aquestes variables han percebut millores en el rendiment operacional.

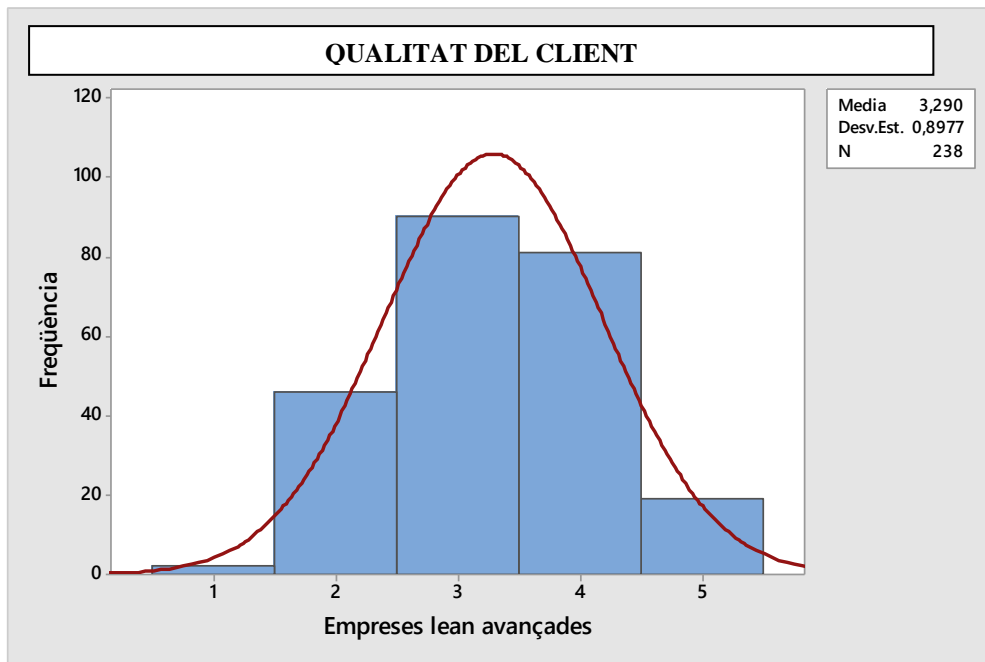
En canvi la mitjana observada per a la resta de ítems és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns *lean* avançats, no han percebut una millora en el rendiment operacional.

El coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) en les variables 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9 i 11, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. En els casos 4, 6, 10 i 12, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

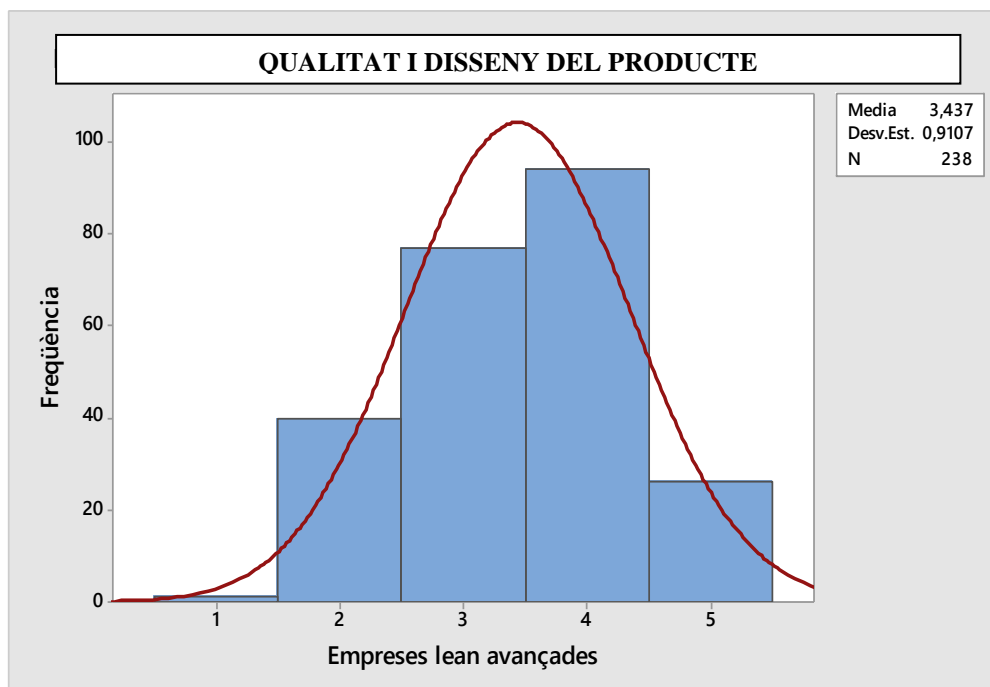
El coeficient d’asimetria és negatiu en el cas de les variables 1, 2, 3, 4 i 8, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta. Pel que fa a la resta, el coeficient d’asimetria és positiu, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s’adjunten els diagrames de freqüència d’aquestes variables (figura 49 a 60) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean* avançades.

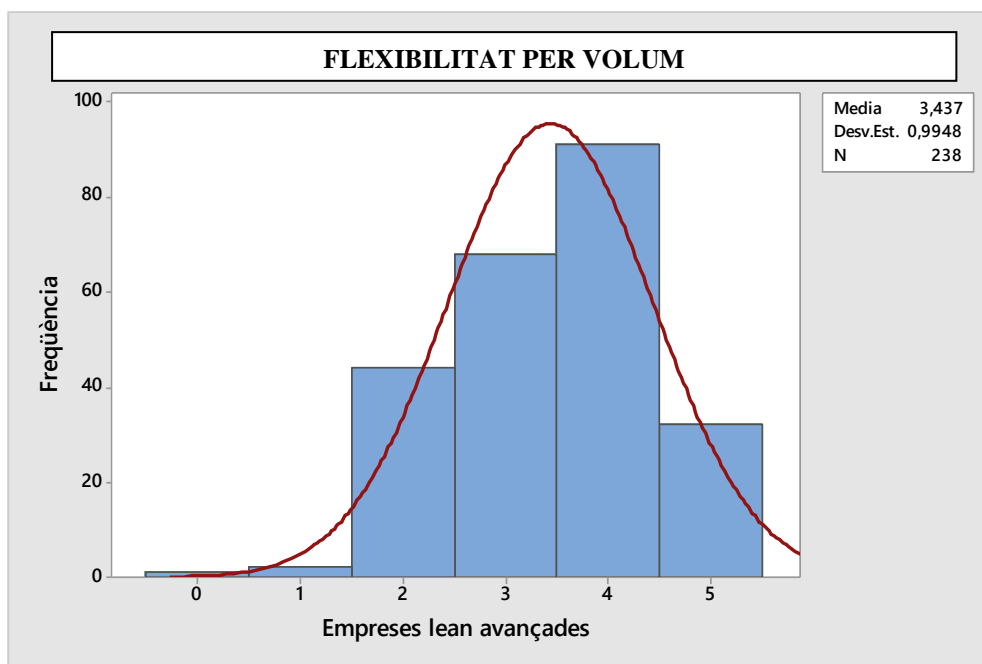
**Figura 49:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat del client. Font: Elaboració pròpia



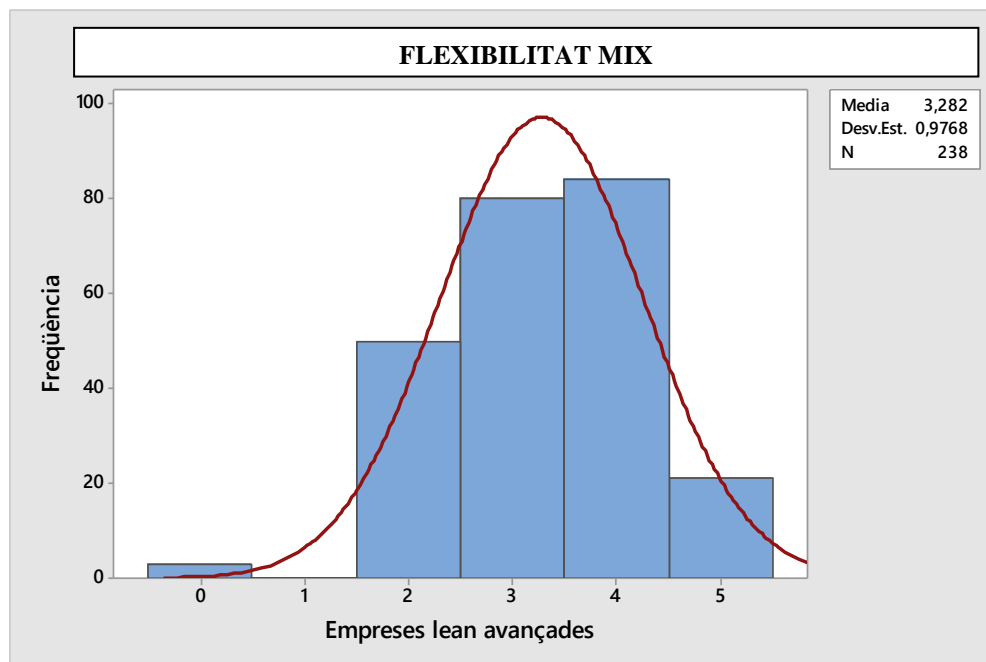
**Figura 50:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat i disseny del producte. Font: Elaboració pròpia



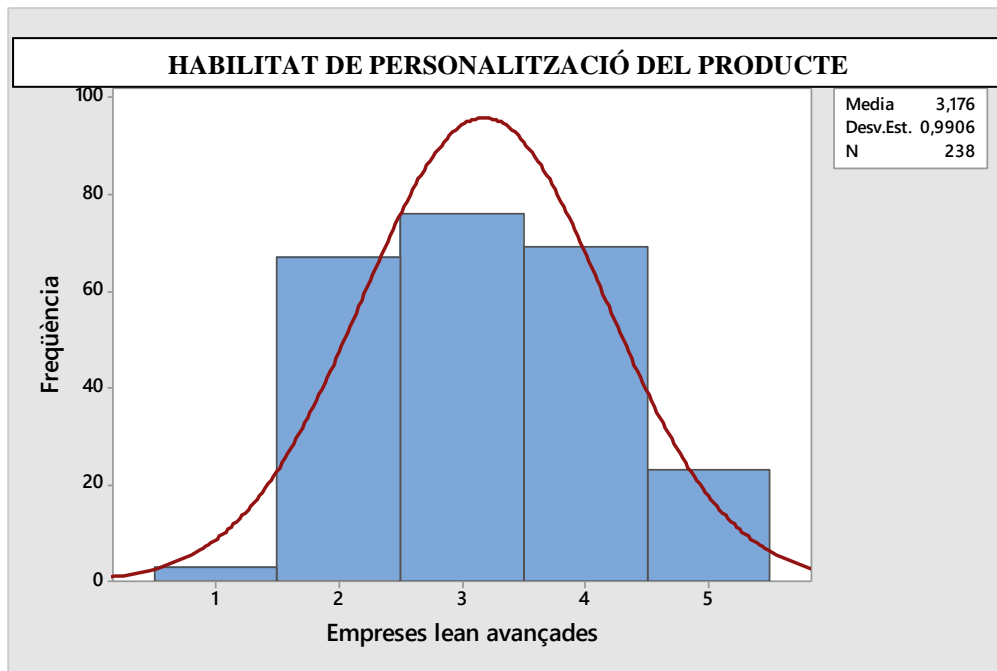
**Figura 51:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable flexibilitat per volum. Font: Elaboració pròpia



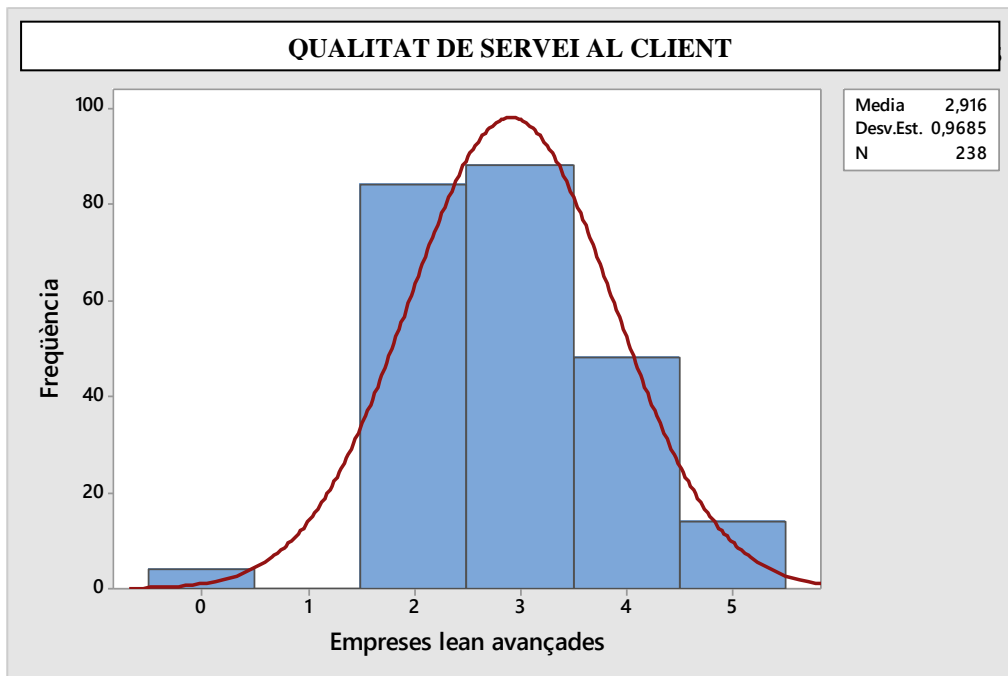
**Figura 52:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable flexibilitat mix . Font: Elaboració pròpia



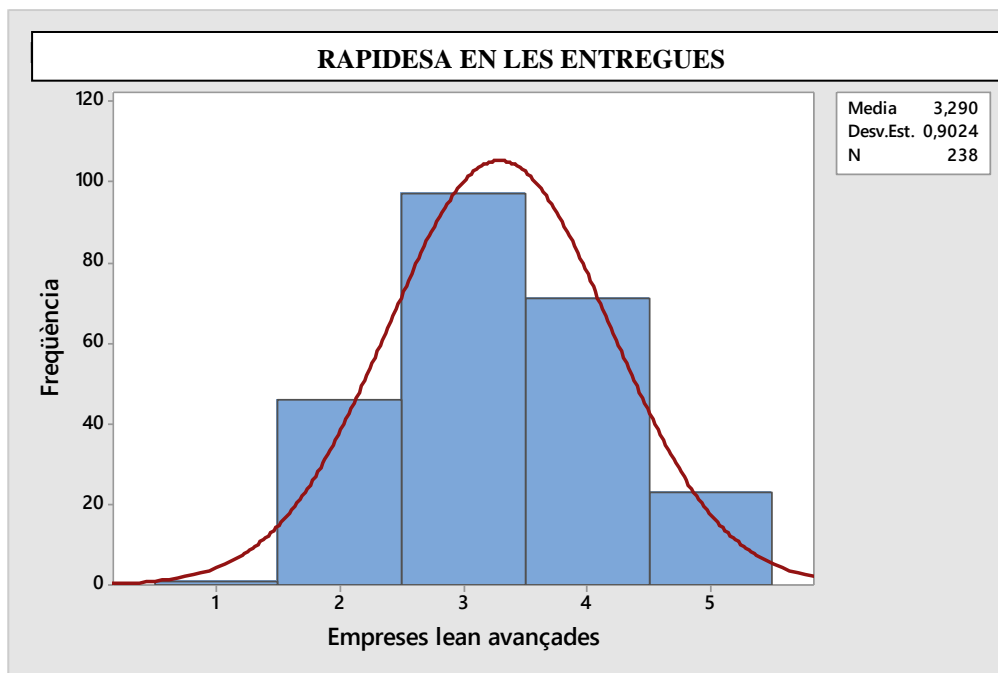
**Figura 53:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable habilitat de personalització del producte . Font: Elaboració pròpia



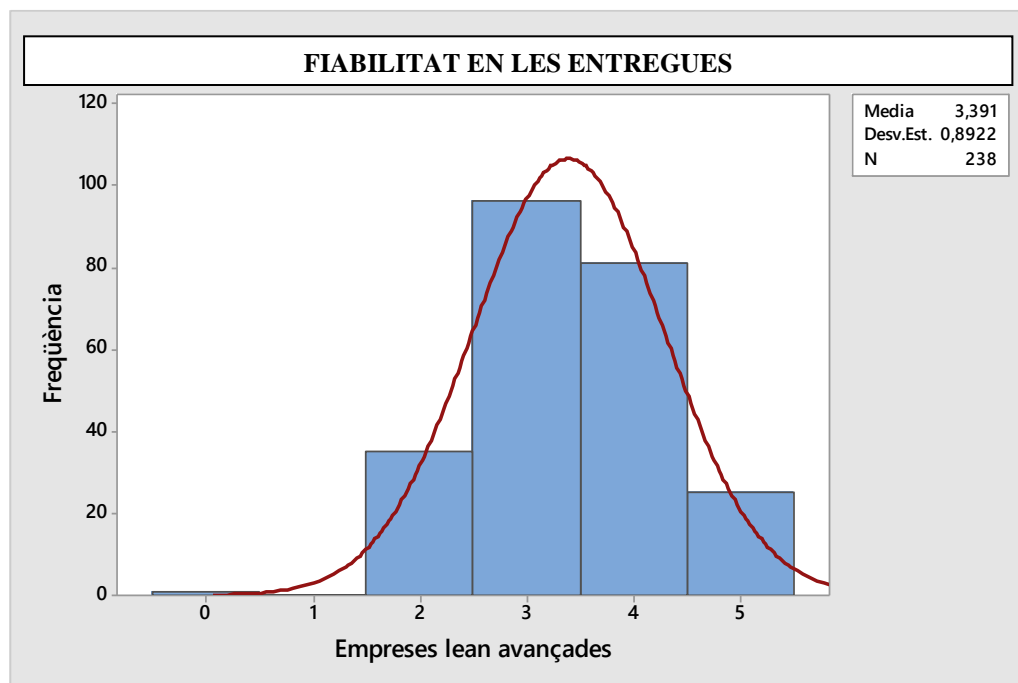
**Figura 54:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable qualitat de servei al client . Font: Elaboració pròpia



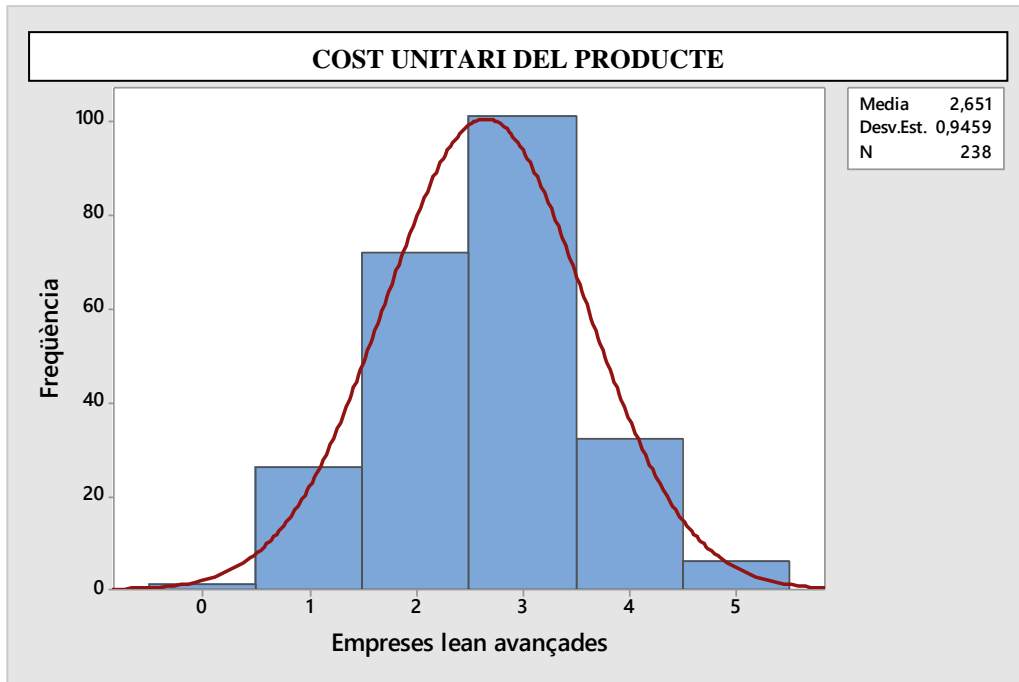
**Figura 55:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable rapidesa en les entregues. Font: Elaboració pròpia



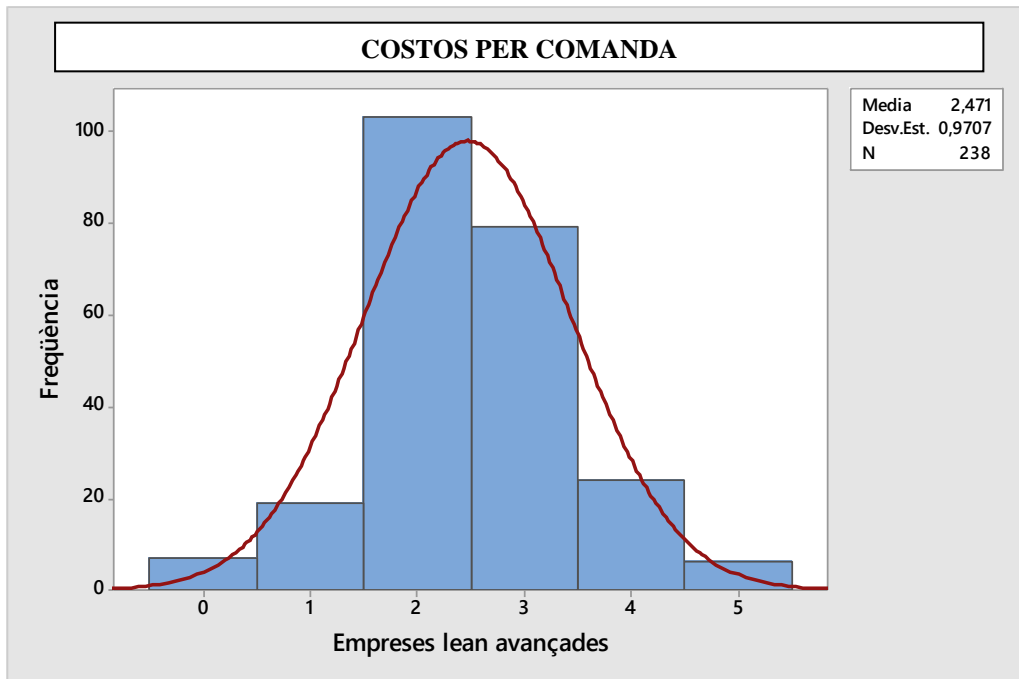
**Figura 56:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable fiabilitat en les entregues. Font: Elaboració pròpia



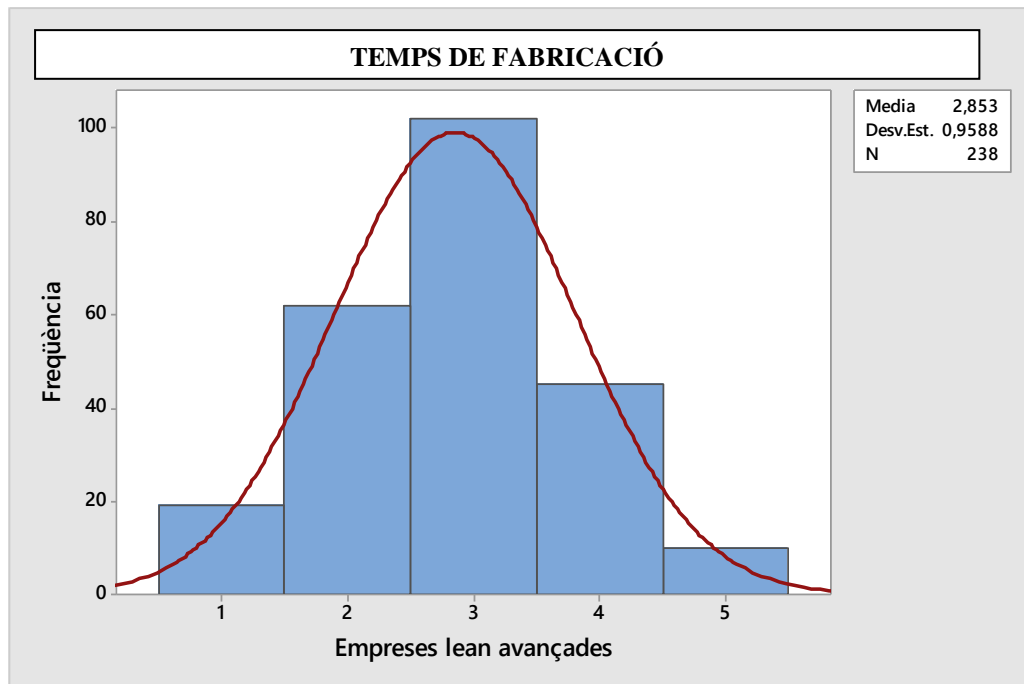
**Figura 57:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable cost unitari del producte. Font: Elaboració pròpia



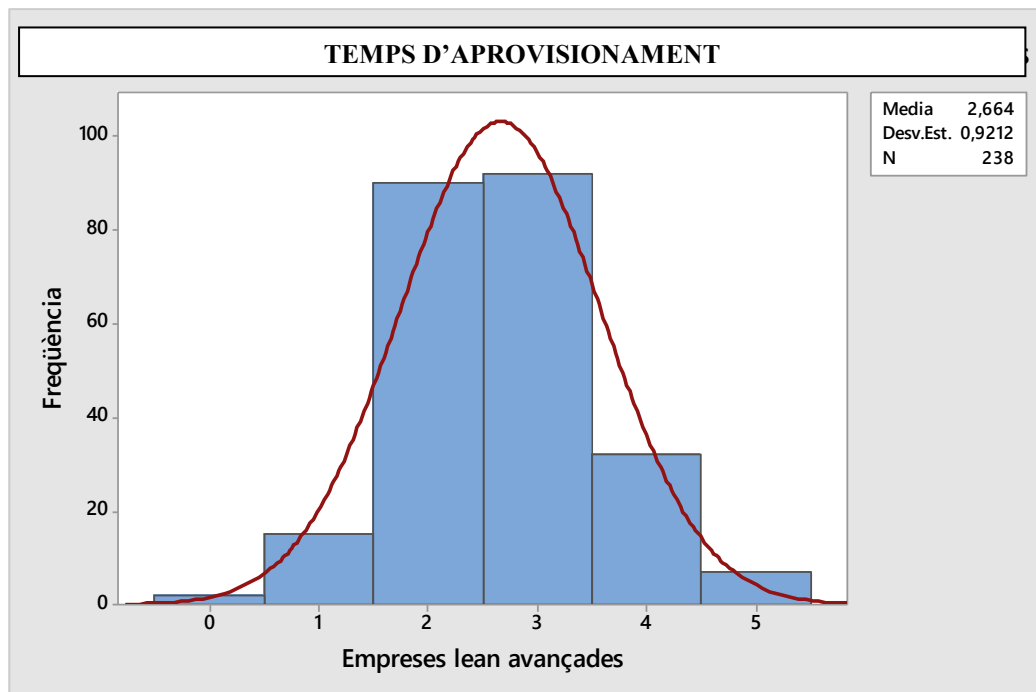
**Figura 58:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable costos per comanda. Font: Elaboració pròpia



**Figura 59:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable temps de fabricació. Font: Elaboració pròpia



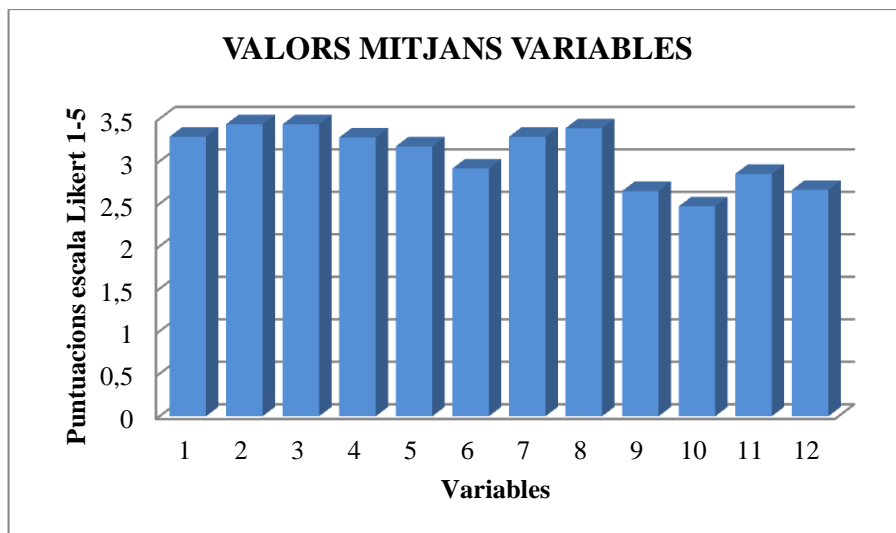
**Figura 60:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable temps d'aprovisionament. Font: Elaboració pròpia.





A la figura 61 s'adjunta un diagrama de barres amb els valors mitjans dels 12 ítems.

**Figura 61:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 12 ítems. Font: Elaboració pròpia



### 5.2.7 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment operacional per a empreses lean avançades.

A la taula 24 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

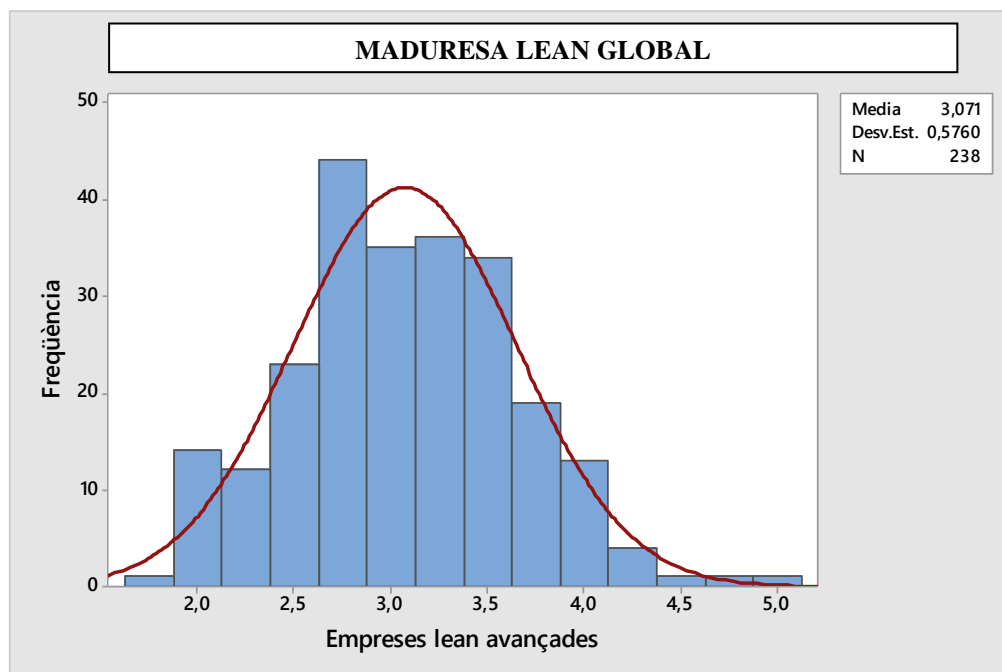
**Taula 24:** Estadístics descriptius de l'indicador maduresa lean global sobre el rendiment operacional en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
<b>N</b>	238
<b>Mitjana</b>	3,0714
<b>Desv. Típica</b>	0,5760
<b>Variància</b>	0,3318
<b>Asimetria</b>	0,23
<b>Curtosi</b>	-0,03
<b>Percentils 25</b>	2,6670
<b>50</b>	3,0833
<b>75</b>	3,5000

La mitjana és superior a 3 (3,0714), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és negatiu, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és positiu el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra. No es pot considerar que la variable segueixi una distribució normal.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 62) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 62:** Histograma amb corba de la normal de l'indicador maduresa lean global per a les empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia



### 5.2.8 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment operacional, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, no hi ha cap associació intensa o perfecte entre les diferents variables. Es verifica una associació moderada entre la "qualitat del client" i "qualitat i disseny del producte" ( $\rho = 0,618$ ;  $p = 0,000$ ), "flexibilitat per volum" i "flexibilitat mix" ( $\rho = 0,626$ ;  $p = 0,000$ ), "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" ( $\rho = 0,684$ ;  $p = 0,000$ ), "cost unitari del producte" i "costos per comanda" ( $\rho = 0,550$ ;  $p = 0,000$ ), "cost unitari del producte" i "temps de fabricació" ( $\rho = 0,539$ ;  $p = 0,000$ ), "temps de fabricació" i "temps d'aprovisionament" ( $\rho = 0,521$ ;  $p = 0,000$ ).

La resta de les variables tenen una intensitat d'associació dèbil (valors de rho entre 0,26 i 0,50) o escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25).

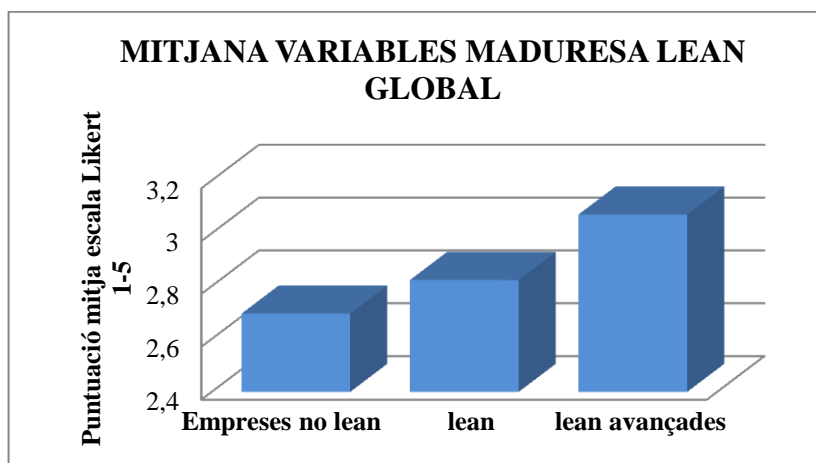
**Taula 25:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment operacional en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	0,618 (0,000)										
3	0,425 (0,000)	0,431 (0,000)									
4	0,319 (0,000)	0,370 (0,000)	0,626 (0,000)								
5	0,294 (0,000)	0,354 (0,000)	0,478 (0,000)	0,415 (0,000)							
6	0,274 (0,000)	0,358 (0,000)	0,331 (0,000)	0,301 (0,000)	0,408 (0,000)						
7	0,297 (0,000)	0,395 (0,000)	0,396 (0,000)	0,371 (0,000)	0,443 (0,000)	0,246 (0,000)					
8	0,357 (0,000)	0,469 (0,000)	0,469 (0,000)	0,402 (0,000)	0,391 (0,000)	0,258 (0,000)	0,684 (0,000)				
9	0,216 (0,001)	0,177 (0,006)	0,287 (0,000)	0,149 (0,021)	0,267 (0,000)	0,114 (0,078)	0,293 (0,000)	0,313 (0,000)			
10	0,129 (0,047)	0,087 (0,183)	0,185 (0,004)	0,201 (0,002)	0,287 (0,000)	0,176 (0,006)	0,170 (0,008)	0,192 (0,003)	0,550 (0,000)		
11	0,268 (0,000)	0,202 (0,002)	0,376 (0,000)	0,253 (0,000)	0,343 (0,000)	0,214 (0,001)	0,353 (0,000)	0,331 (0,000)	0,539 (0,000)	0,444 (0,000)	
12	0,199 (0,002)	0,188 (0,004)	0,250 (0,000)	0,125 (0,054)	0,313 (0,000)	0,284 (0,000)	0,228 (0,000)	0,257 (0,000)	0,411 (0,000)	0,428 (0,000)	0,521 (0,000)

### 5.2.9 Comparació de les variables maduresa lean global en els tres casos, empreses no lean, lean i lean avançades.

A la figura 63 s'observa el diagrama de barres amb les tres mitjanes calculades.

**Figura 63:** Diagrama de barres de les mitjanes de les tres variables maduresa lean global. Font: Elaboració pròpia



Es pot observar que els beneficis esperats són superiors en les empreses *lean* avançades que en les empreses no *lean* i *lean*. De fet, podem veure que les empreses no *lean* són les que tenen una puntuació més baixa.

#### 5.2.10 Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades.

Tal i com hem analitzat anteriorment, les mostres no segueixen la llei normal. A més a més, hi ha tres grups de dades i aquests són independents entre ells. Per tant, aplicarem el test de Kruskal-Wallis per realitzar el contrast d'igualtats.

A continuació s'adjunten les sortides de Minitab de les variables analitzades sobre el rendiment operacional (taules 26 a 37) per a empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades.

**Taula 26:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable qualitat client per a les empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	219,2	-3,88
Lean	179	3,000	253,4	-1,55
Lean avançades	238	3,000	303,1	4,71
Total	535	4,0780	268,0	
H=25,63	GL=2	P=0,000		
H=28,50	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 27:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable qualitat i disseny del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia.

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	229,5	-3,07
Lean	179	3,000	247,8	-2,14
Lean avançades	238	4,000	302,3	4,59
Total	535		268,0	
H=22,07	GL=2	P=0,000		
H=24,22	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 28:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable flexibilitat per volum per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	242,8	-2,01
Lean	179	3,000	247,2	-2,21
Lean avançades	238	4,000	296,1	3,77
Total	535		268,0	
H=14,26	GL=2	P=0,001		
H=15,53	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 29:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable flexibilitat mix per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	241,2	-2,13
Lean	179	3,000	256,4	-1,23
Lean avançades	238	3,000	290,0	2,94
Total	535		268,0	
H=9,34	GL=2	P=0,009		
H=10,18	GL=2	P=0,006	Valors ajustats	

**Taula 30:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable habilitat de personalització del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	256,3	-0,93
Lean	179	3,000	239,1	-3,07
Lean avançades	238	3,000	295,6	3,69
Total	535		268,0	
H=14,51	GL=2	P=0,001		
H=15,91	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 31:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable qualitat del servei al client per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	240,8	-2,16
Lean	179	3,000	255,0	-1,38
Lean avançades	238	3,000	291,2	3,11
Total	535		268,0	
H=10,29	GL=2	P=0,006		
H=11,62	GL=2	P=0,003	Valors ajustats	

**Taula 32:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable rapidesa en les entregues per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	230,3	-3,00
Lean	179	3,000	260,2	-0,83
Lean avançades	238	3,000	292,6	3,29
Total	535		268,0	
H=13,50	GL=2	P=0,001		
H=14,83	GL=2	P=0,001	Valors ajustats	

**Taula 33:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable fiabilitat en les entregues per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	222,3	-3,64
Lean	179	3,000	249,0	-2,01
Lean avançades	238	3,000	304,9	4,94
Total	535		268,0	
H=26,56	GL=2	P=0,000		
H=29,03	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 34:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable cost unitari del producte per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	244,8	-1,84
Lean	179	2,000	253,5	-1,54
Lean avançades	238	3,000	290,4	3,00
Total	535		268,0	
H=9,23	GL=2	P=0,010		
H=10,24	GL=2	P=0,006	Valors ajustats	



**Taula 35:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable costos per comanda per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	232,6	-2,81
Lean	179	2,000	263,2	-0,51
Lean avançades	238	2,000	289,2	2,84
Total	535		268,0	
H=10,82	GL=2	P=0,004		
H=12,45	GL=2	P=0,002	Valors ajustats	

**Taula 36:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable temps de fabricació per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	245,3	-1,81
Lean	179	3,000	272,6	0,49
Lean avançades	238	3,000	275,8	1,04
Total	535		268,0	
H=3,31	GL=2	P=0,191		
H=3,66	GL=2	P=0,161	Valors ajustats	

**Taula 37:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable temps d'aprovisionament per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	2,000	241,0	-2,15
Lean	179	2,000	257,0	-1,17
Lean avançades	238	3,000	289,7	2,90
Total	535		268,0	
H=9,19	GL=2	P=0,010		
H=10,53	GL=2	P=0,005	Valors ajustats	

Com es pot veure en el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables excepte la variable temps de fabricació, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H en tots els casos analitzats, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat.

Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

No podem concloure el mateix per a la variable temps de fabricació, a on el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915 i tal i com podem observar queda per sobre de l'estadístic de prova H (3,31). Per tant, acceptem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que no hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat en la variable temps de fabricació. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\geq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes no són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a cada una de les variables, realitzarem la prova de Mann-Whitney (equivalent no paramètric de la prova t per a la diferència de dues mitjanes) per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 38:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
<b>Mediana no lean</b>	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000
<b>Mediana lean</b>	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000
<b>Interval de confiança (IC)</b>	0,0000; -0,0000	-0,0001; -0,0000	-0,0002; -0,0002	-0,0000; 0,0001	-0,0001; -0,0000	0,0001; -0,0000	0,0000; 0,0001	0,0000; 0,0000	-0,0001; -0,0000	0,0001; -0,0000	0,0000; -0,0001
<b>Diferència</b>	-0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	0,0000	0,0000
<b>Valor W</b>	16225,5	16796,0	17387,5	16960,0	18180,0	16964,0	16319,0	16459,0	17201,5	16321,5	16933,0
<b>Valor p</b>	0,0306	0,1391	0,3944	0,1954	0,4094	0,1969	0,0406	0,0606	0,2999	0,0410	0,1853
<b>Valor p ajustat</b>	0,0232	0,1277	0,3897	0,1854	0,3834	0,1801	0,0343	0,0529	0,2988	0,0299	0,1660

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 38

Per a les variables qualitat del client, rapidesa en les entregues i costos per comanda el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió per a aquestes tres variables és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* són significatives.

Per a la resta de variables, el valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió a prendre en aquests cas és refusar la hipòtesi alternativa y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* és zero.

Cal indicar que en el cas de la variable habilitat de personalització del producte, la prova que hem realitzat és  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  ja que en el supòsit de realitzar la prova  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ , com en totes les altres variables  $W = 18180,0$  i no es pot refusar ja que  $W$  és  $> 17582,0$ .

**Taula 39:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
<b>Mediana lean</b>	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000
<b>Mediana lean avançades</b>	3,0000	4,0000	4,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000
<b>Interval de confiança (IC)</b>	-1,0000; 0,0000	-1,0000; 0,0000	-1,0000; -0,0001	-0,0000; -0,0001	-1,0000; 0,0001	0,0000; 0,0000	0,0000; -0,0000	-1,0001; 0,0000	0,0000; -0,0001	0,0000; -0,0000	0,0000; 0,0001
<b>Diferència</b>	0,0000	0,0000	-0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000	-0,0000	0,0000	0,0000	-0,0000
<b>Valor W</b>	33447,5	33015,5	33495,5	34720,0	32829,5	34469,0	34743,0	32675,0	34432,0	35282,5	34787,0
<b>Valor p</b>	0,0006	0,0002	0,0007	0,0136	0,0001	0,0079	0,0143	0,0001	0,0072	0,0403	0,0156
<b>Valor p ajustat</b>	0,0003	0,0001	0,0004	0,0105	0,0000	0,0051	0,0105	0,0000	0,0049	0,0304	0,0108

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 39.

Per a totes les variables analitzades el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

**Taula 40:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable sintètica maduresa *lean* global per a les empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	2,583	213,5	-4,34
Lean	179	2,750	245,2	-2,42
Lean avançades	238	3,083	312,2	5,92
Total	535		268,0	
H=37,98	GL=2	P=0,000		
H=38,06	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

Realitzant el test de Kruskal-Wallis per a l'indicador sintètic maduresa *lean* global, tal i com mostra la taula 40, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H, per tant, rebutgem la hipòtesi nul·la i podem afirmar que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a la variable sintètica maduresa *lean* global, realitzarem la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 41:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
Mediana no lean	2,5833
Mediana lean	2,7500
Interval de confiança (IC)	-0,2499; 0,0001
Diferència	-0,1667
Valor W	16230,0
Valor p	0,0310
Valor p ajustat	0,0309

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és -0,1667. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l'interval de confiança (-0,2499; 0,0001).

El valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* són significatives.

**Taula 42:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
Mediana no lean	2,7500
Mediana lean	3,0833
Interval de confiança (IC)	-0,3334; -0,1667
Diferència	-0,2500
Valor W	31970,5
Valor p	0,0000
Valor p ajustat	0,0000

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és -0,2500. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l'interval de confiança (-0,3334; 0,1667).

El valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

### 5.3 La producció lean i el rendiment empresarial.

En aquest apartat analitzem la relació entre la producció *lean* i el rendiment empresarial. Les variables utilitzades en la nostre anàlisi, les quals citem a continuació, ens mostren com ha evolucionat el rendiment empresarial de les empreses enquestades en els últims tres anys.

Aquestes variables han estat mesurades mitjançant una escala Likert de 1-5, a on 1 indica un deteriorament del rendiment d'un 5% o més, 2 indica cap canvi (-5% / +5%), 3 indica un augment del rendiment entre un 5 % i un 15%, 4 indica un increment entre un 15% i un 25% i 5 indica una important increment del rendiment d'un 25% o més.

Les variables analitzades son:

1. Les vendes.
2. El retorn de les vendes (ROS *return on sales* = guanys abans d'interessos i impostos/ Total de les vendes)
3. La mida del mercat (segons si deteriora o creix ràpidament)
4. Les característiques del mercat (enfocament major o menor sobre la demanda del mercat)
5. La posició en la cadena de subministrament (segons si la resposta és ràpida o més lenta)

Per tal de resumir i descriure les característiques de les variables analitzades sobre el rendiment empresarial, farem us dels estadístics descriptius més importants.

#### 5.3.1 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses no lean.

A la taula 43 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses no *lean*.

**Taula 43:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5
<b>N</b>	118	118	118	118	118
<b>Mitjana</b>	2,508	2,644	3,1102	3,492	4,034
<b>Desv. Típica</b>	1,273	1,285	0,8749	1,252	1,191
<b>Variància</b>	1,620	1,650	0,7655	1,568	1,418
<b>Asimetria</b>	0,31	0,14	0,06	0,71	1,02
<b>Curtosi</b>	-0,62	-0,27	0,46	-0,26	0,09
<b>Percentils 25</b>	2	2	3	3	3
<b>50</b>	2	3	3	4	5
<b>75</b>	4	3	4	4	5

“Posició en la cadena de subministrament” ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (4,034). Les variables “característiques del mercat” i “mida del mercat” han obtingut una puntuació de 3,429 i 3,1102 respectivament. D’aquí és pot deduir que les empreses no *lean* que han implantat aquestes tres variables han percebut millores en el rendiment empresarial.

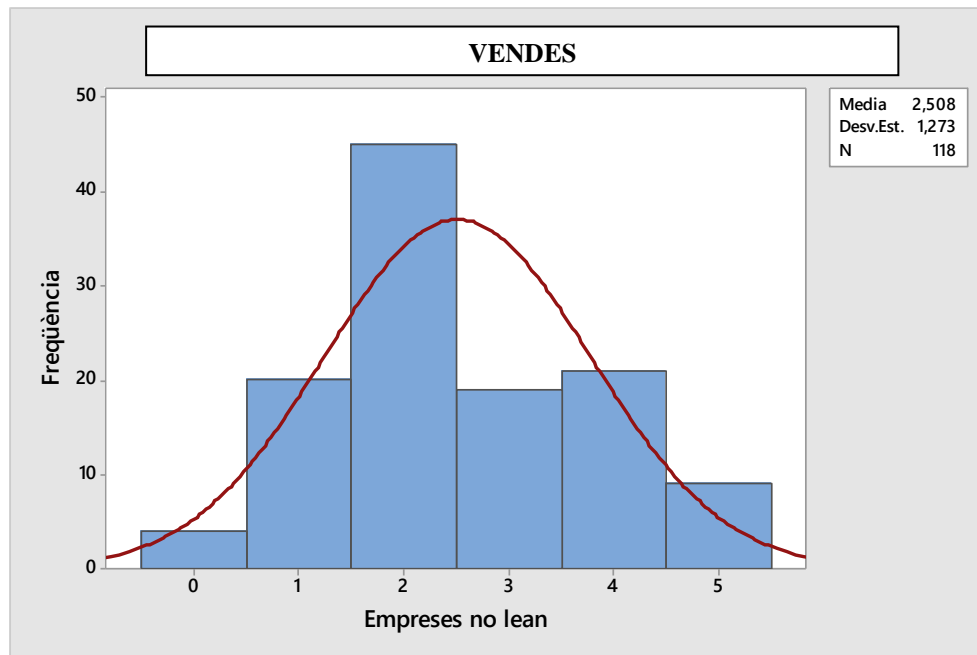
En canvi la mitjana observada per a les variables “vendes” i “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns no *lean*, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) en tots els casos excepte en la variable “mida del mercat”, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. En el cas doncs de la mida del mercat, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

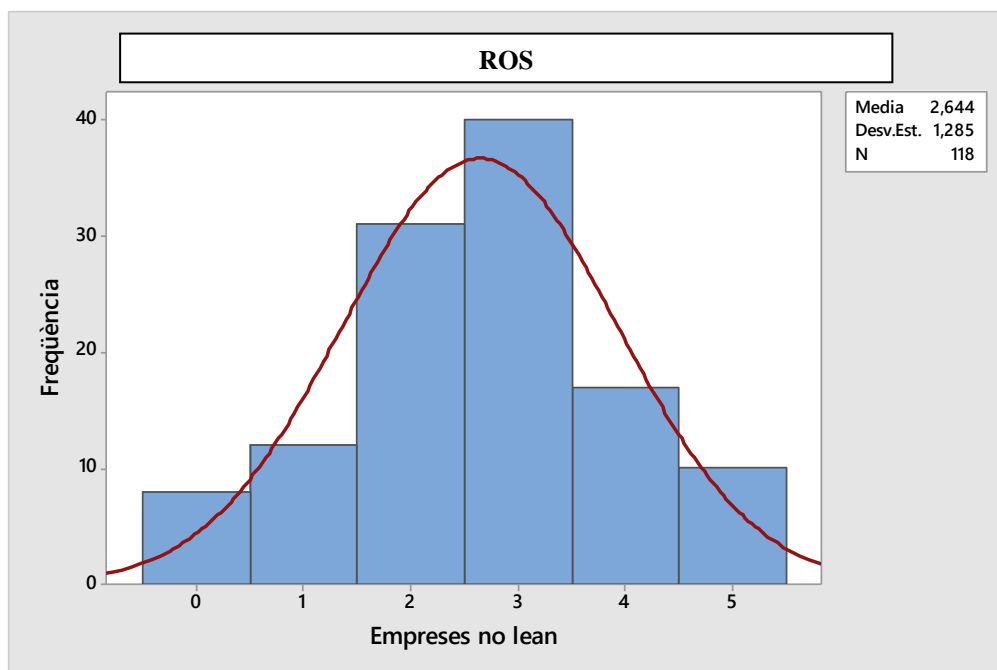
El coeficient d’asimetria és positiu en tots el casos, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitja que a la seva esquerra.

A continuació s’adjunten els diagrames de freqüències d’aquestes variables (figura 64 a 68) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses no *lean*.

**Figura 64:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable vendes. Font: Elaboració pròpia

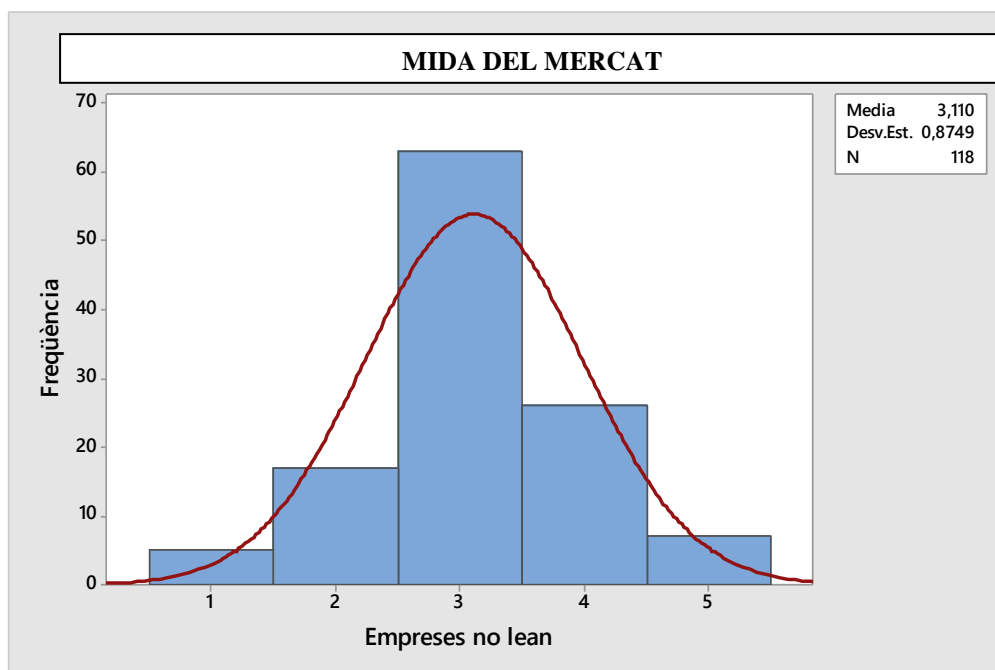


**Figura 65:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable ROS. Font: Elaboració pròpia

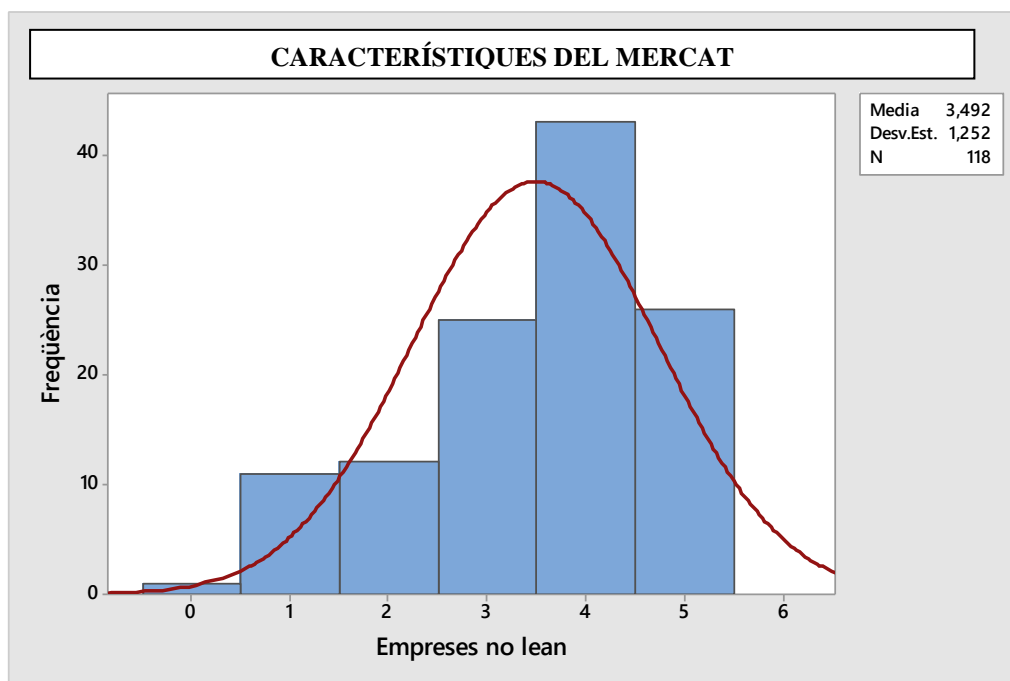




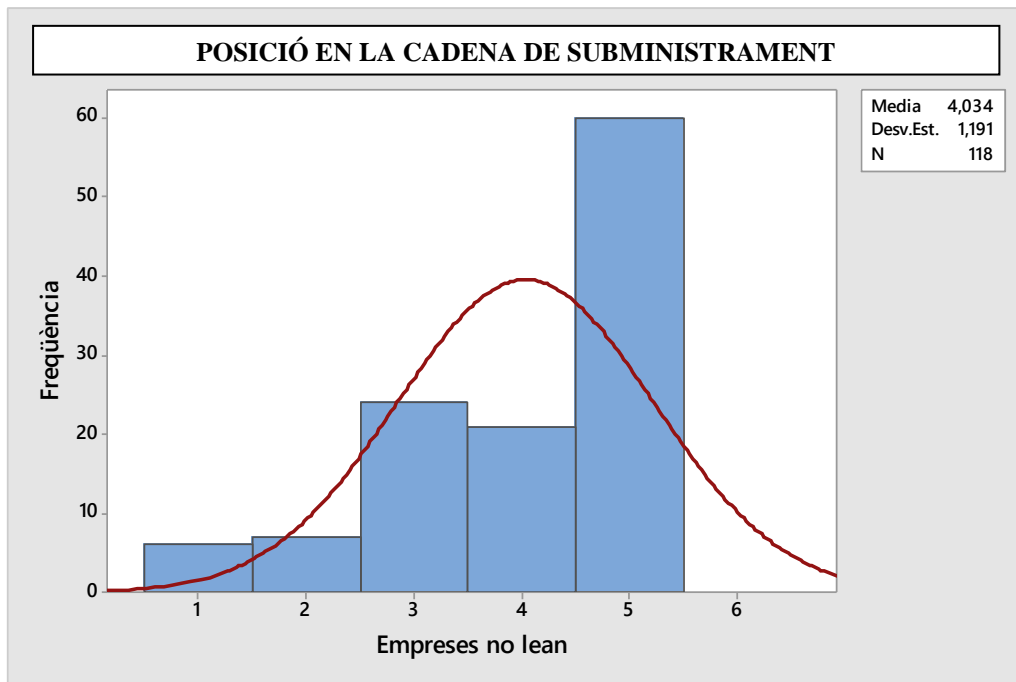
**Figura 66:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable mida del mercat. Font: Elaboració pròpia.



**Figura 67:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable característiques del mercat. Font: Elaboració pròpia

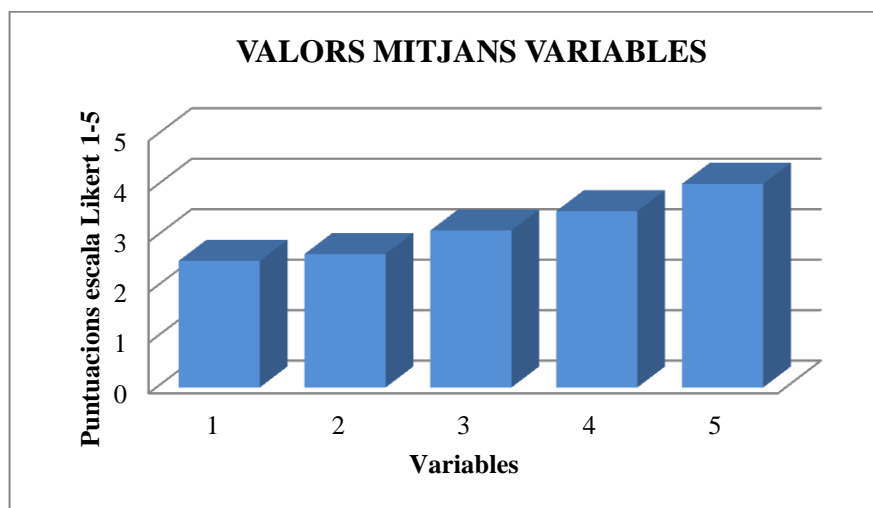


**Figura 68:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable posició en la cadena de subministrament. Font: Elaboració pròpia



A la figura 69 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 5 ítems.

**Figura 69:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.2 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses no lean.

A la taula 44 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

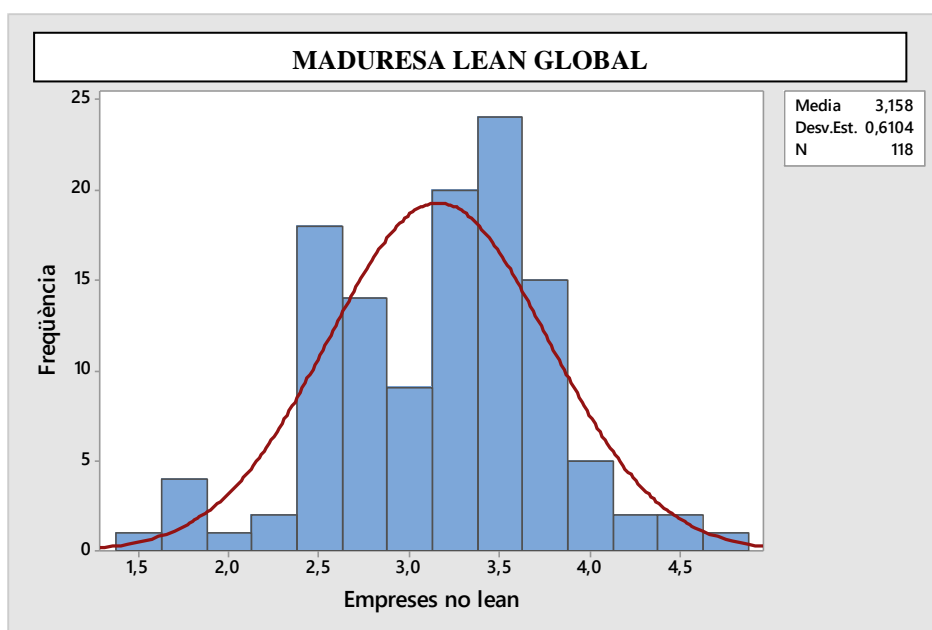
**Taula 44:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
N	118
Mitjana	3,1575
Desv. Típica	0,6104
Variància	0,3725
Asimetria	-0,15
Curtosi	0,08
Percentils 25	2,8000
50	3,2000
75	3,6000

La mitjana és superior a 3 (3,1575), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és positiu, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és negatiu el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 70) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 70:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses no lean. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.3 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses no lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment empresarial, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre totes les variables és escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25). Les variables "ROS" i "mida de mercat" son els únics ítems que s'aproximen a una intensitat d'associació dèbil (rho=0,210; p=0,023)

**Taula 45:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses no lean.

Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4
2	0,035 (0,704)			
3	0,121 (0,192)	0,210 (0,023)		
4	0,137 (0,140)	0,103 (0,268)	0,172 (0,063)	
5	0,047 (0,617)	0,055 (0,553)	0,091 (0,329)	0,017 (0,857)

### 5.3.4 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses lean.

A la taula 46 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean*.

**Taula 46:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses lean.

Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5
<b>N</b>	179	179	179	179	179
<b>Mitjana</b>	2,753	2,8315	3,1955	3,5028	3,9497
<b>Desv. Típica</b>	1,364	1,1373	0,7501	1,0829	1,0778
<b>Variància</b>	1,859	1,2935	0,5627	1,1727	1,1604
<b>Asimetria</b>	0,21	-0,43	-0,10	-0,57	-0,87
<b>Curtosi</b>	-0,86	0,43	1,01	0,05	-0,05
<b>Percentils 25</b>	2	2	3	3	3
<b>50</b>	2	3	3	4	4
<b>75</b>	4	4	4	4	5

“Posició en la cadena de subministrament” ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (3,9497). Les variables “característiques del mercat” i “mida del mercat” han obtingut una puntuació de 3,5028 i 3,1955 respectivament. D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* que han implantat aquestes tres variables han percebut millores en el rendiment empresarial.

En canvi la mitjana observada per a les variables “vendes” i “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns *lean*, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

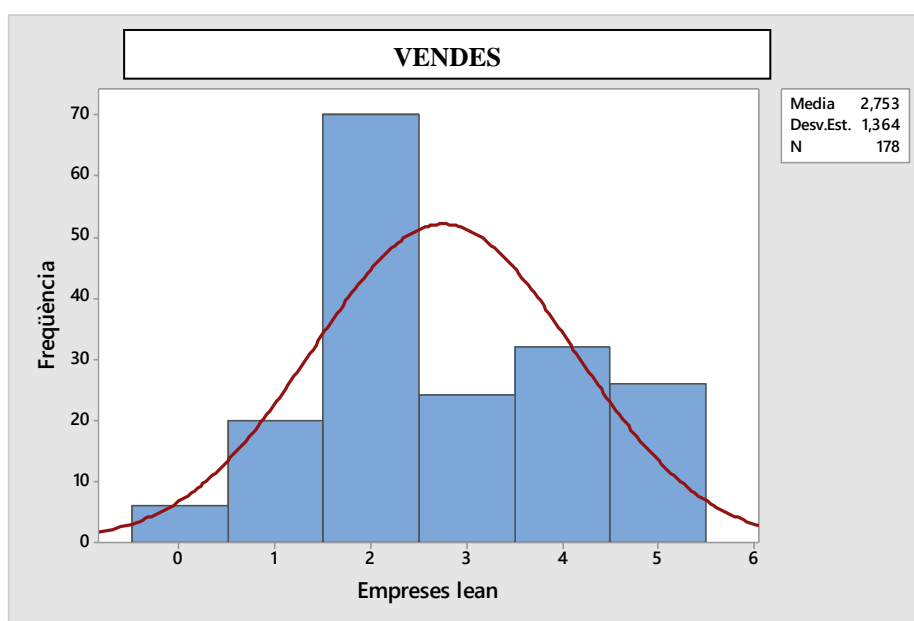
En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) per les variables “vendes” i “posició en la cadena de subministrament”, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. Per a la resta de variables, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

El coeficient d’asimetria és positiu per la variable “vendes”, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra. Per a la resta de casos, el coeficient d’asimetria és negatiu, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

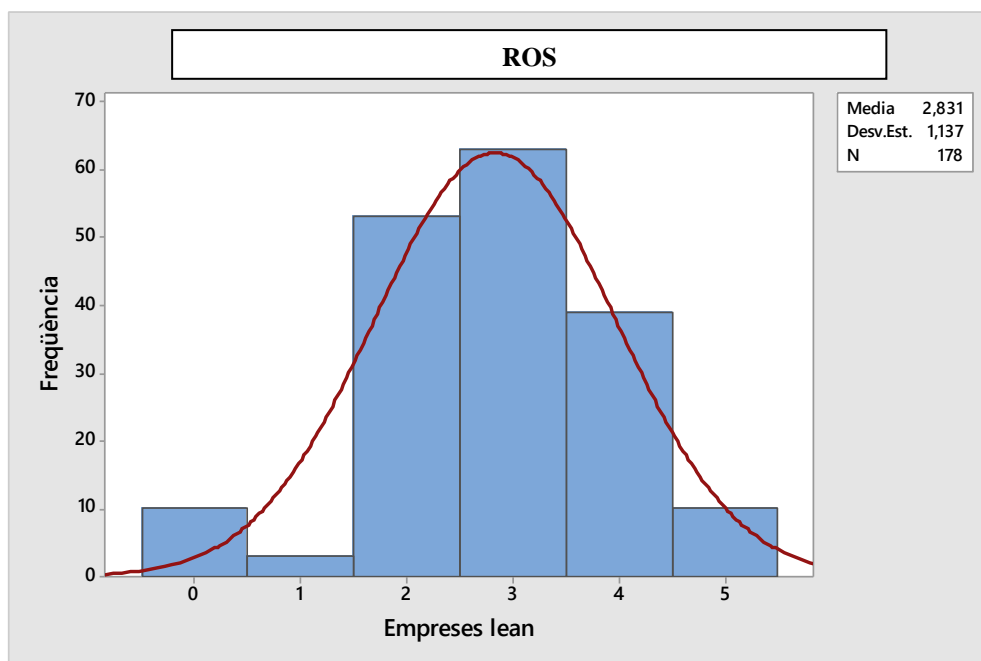
A continuació s’adjunten els diagrames de freqüència d’aquestes variables (figura 71 a 75) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean*.

**Figura 71:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses *lean* variable vendes.

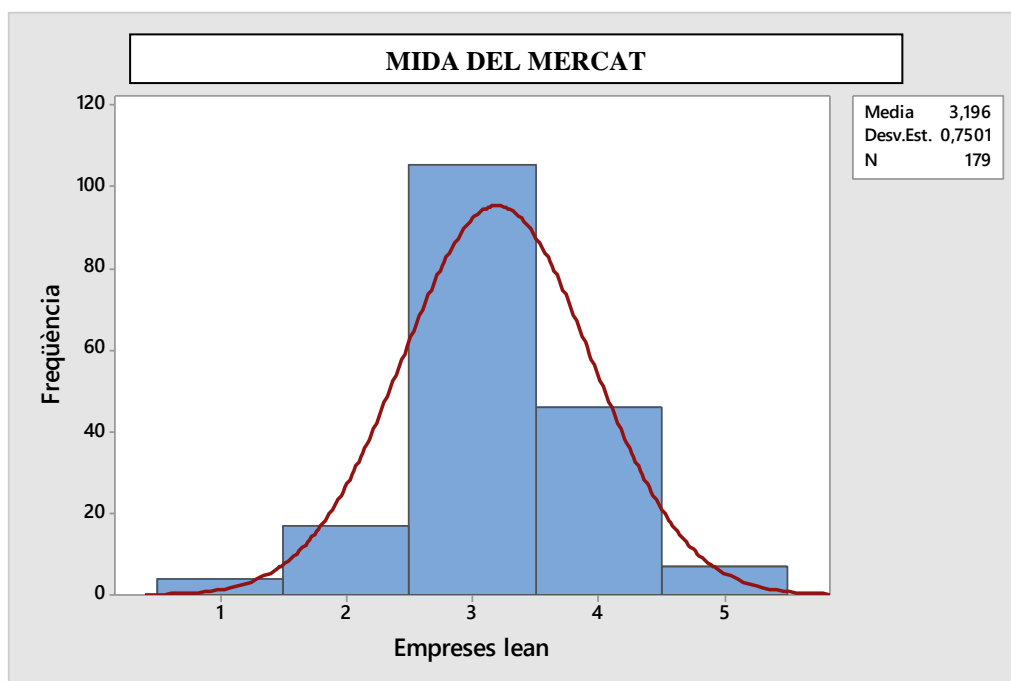
Font: Elaboració pròpia



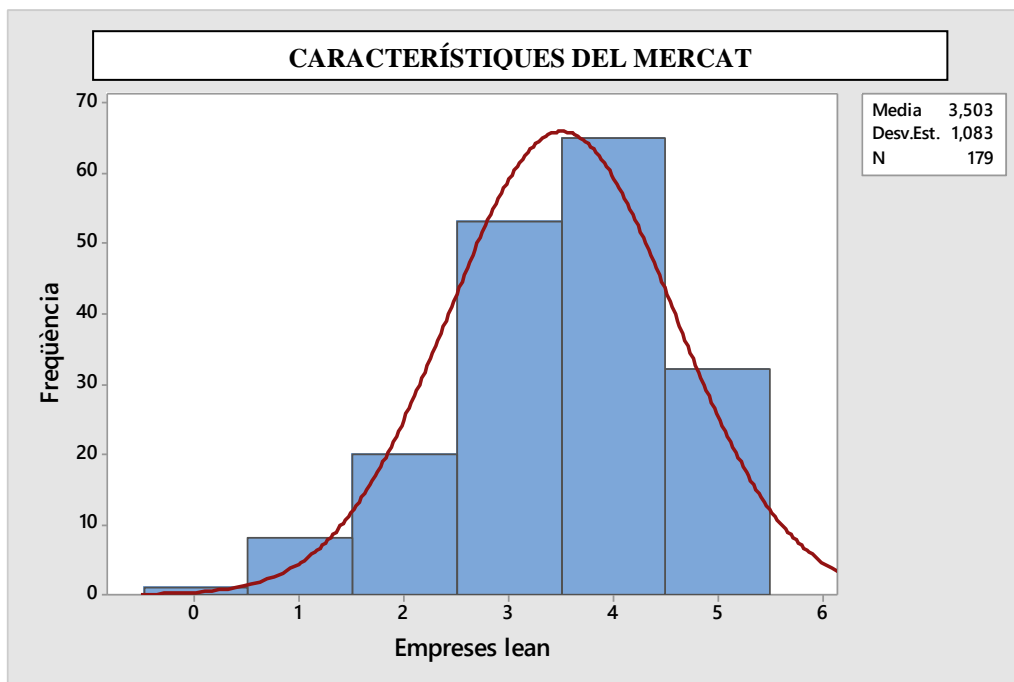
**Figura 72:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable ROS.  
Font: Elaboració pròpia



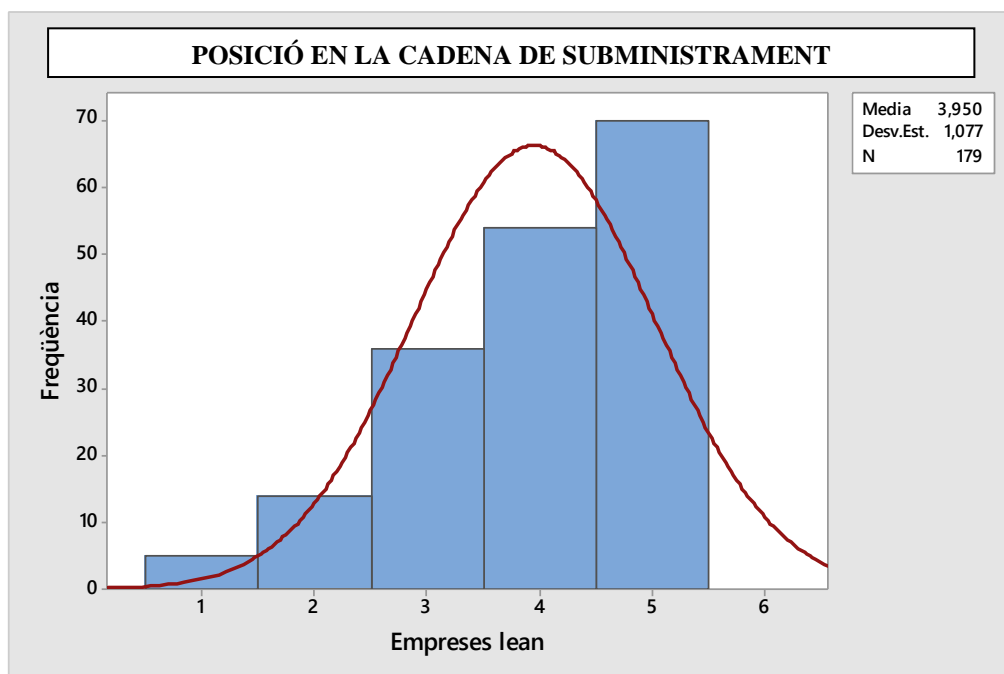
**Figura 73:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable mida del mercat. Font: Elaboració pròpia



**Figura 74:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable característiques del mercat. Font: Elaboració pròpia

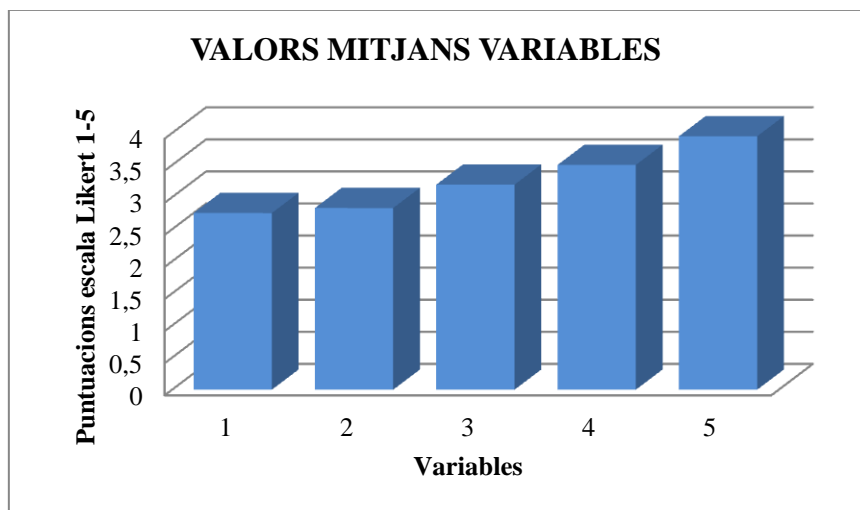


**Figura 75:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable posició en la cadena de subministrament. Font: Elaboració pròpia



A la figura 76 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 5 ítems.

**Figura 76:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.5 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses lean.

A la taula 47 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

**Taula 47:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses lean. Font: Elaboració pròpia.

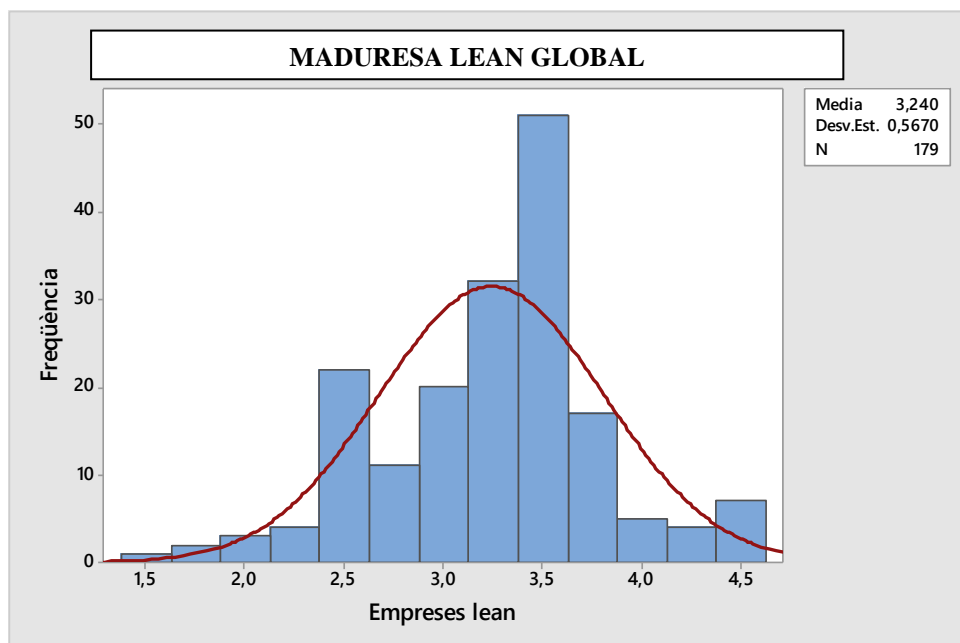
Variable	Maduresa lean global
<b>N</b>	179
<b>Mitjana</b>	3,2402
<b>Desv. Típica</b>	0,5670
<b>Variància</b>	0,3215
<b>Asimetria</b>	-0,20
<b>Curtosi</b>	0,27
<b>Percentils 25</b>	3,0000
<b>50</b>	3,2000
<b>75</b>	3,6000

La mitjana és superior a 3 (3,2402), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és positiu, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és negatiu el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.



A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 77) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 77:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.6 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment empresarial, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre totes les variables és escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25). Les variables “característiques del mercat” i “posició en la cadena de subministrament” són els únics ítems que s'aproximen a una intensitat d'associació dèbil ( $\rho=0,230$ ;  $p=0,002$ )

**Taula 48:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses lean. Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4
2	0,131 (0,082)			
3	0,136 (0,070)	0,140 (0,061)		
4	0,014 (0,852)	0,148 (0,049)	0,155 (0,038)	
5	-0,079 (0,293)	0,099 (0,188)	0,102 (0,176)	0,230 (0,002)

### 5.3.7 Anàlisi descriptiva de les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades.

A la taula 49 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean* avançades.

**Taula 49:** Estadístics descriptius de les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3	4	5
<b>N</b>	238	238	238	238	238
<b>Mitjana</b>	3,1134	2,7731	3,3613	3,7059	4,0000
<b>Desv. Típica</b>	1,4640	1,2183	0,8240	0,9709	0,9458
<b>Variància</b>	2,1432	1,4842	0,6790	0,9427	0,8945
<b>Asimetria</b>	-0,31	-0,43	-0,03	-0,55	-0,72
<b>Curtosi</b>	-0,94	0,15	-0,15	0,17	0,06
<b>Percentils 25</b>	2	2	3	3	3
<b>50</b>	3	3	3	4	4
<b>75</b>	4	4	4	4	5

“Posició en la cadena de subministrament” ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (4,000). Les variables “característiques del mercat”, “mida del mercat” i “vendes” han obtingut una puntuació de 3,7059, 3,3613 i 3,1134 respectivament. D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* avançades que han implantat aquestes variables han percebut millores en el rendiment empresarial.

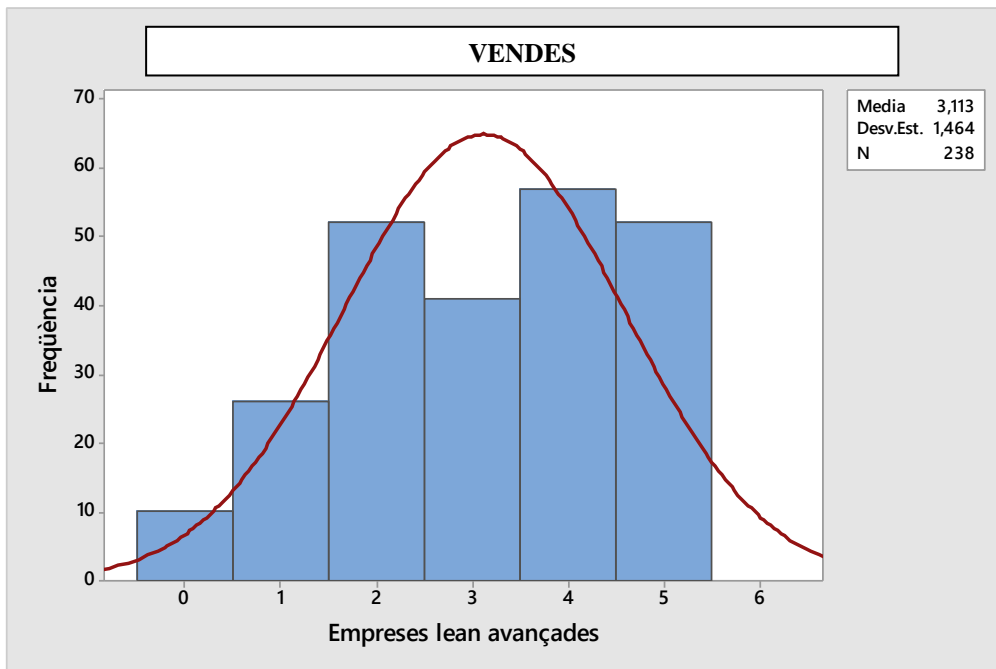
En canvi la mitjana observada per a la variable “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquest ítems en entorns *lean* avançats, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) per les variables “vendes” i “mida del mercat”, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. Per a la resta de variables, el coeficient és positiu (distribució leptocúrtica) el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

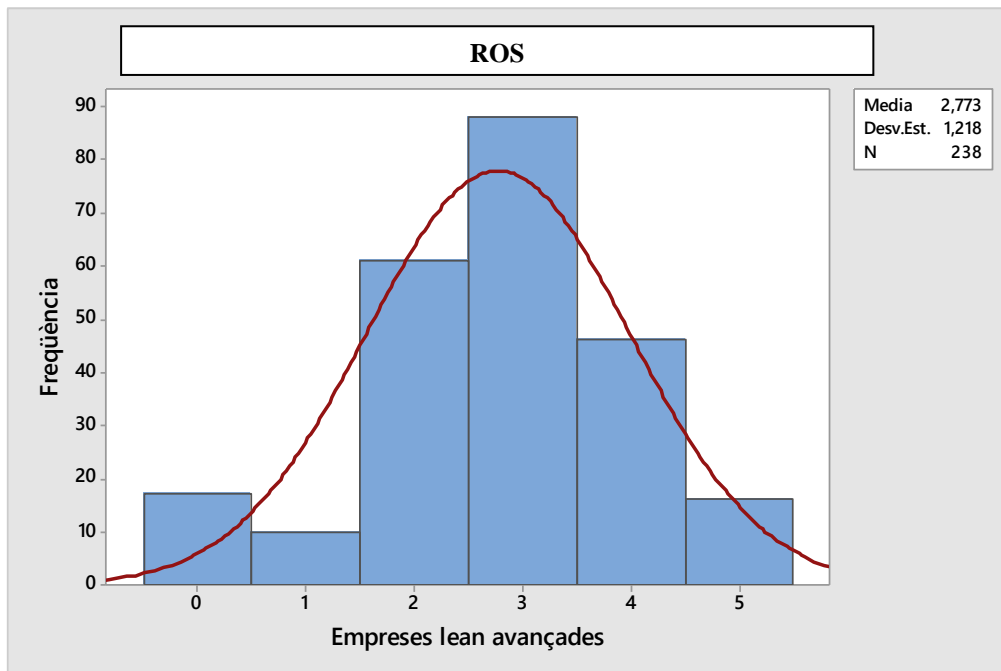
El coeficient d’asimetria és negatiu per a totes les variables, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s’adjunten els diagrames de freqüència d’aquestes variables (figura 78 a 82) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean* avançades.

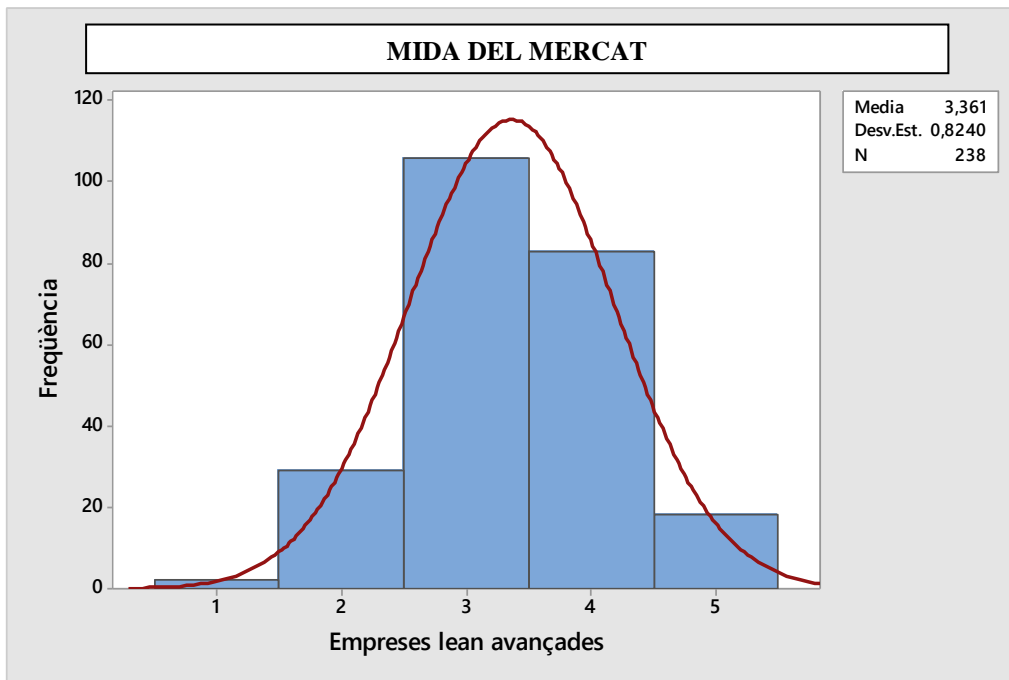
**Figura 78:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable vendes. Font: Elaboració pròpia.



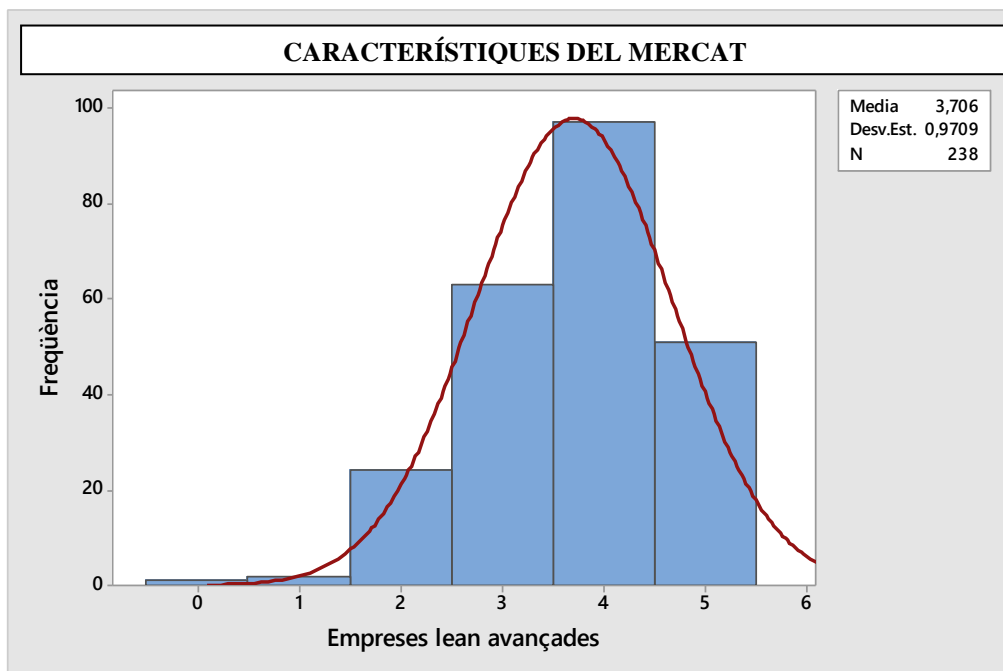
**Figura 79:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable ROS. Font: Elaboració pròpia



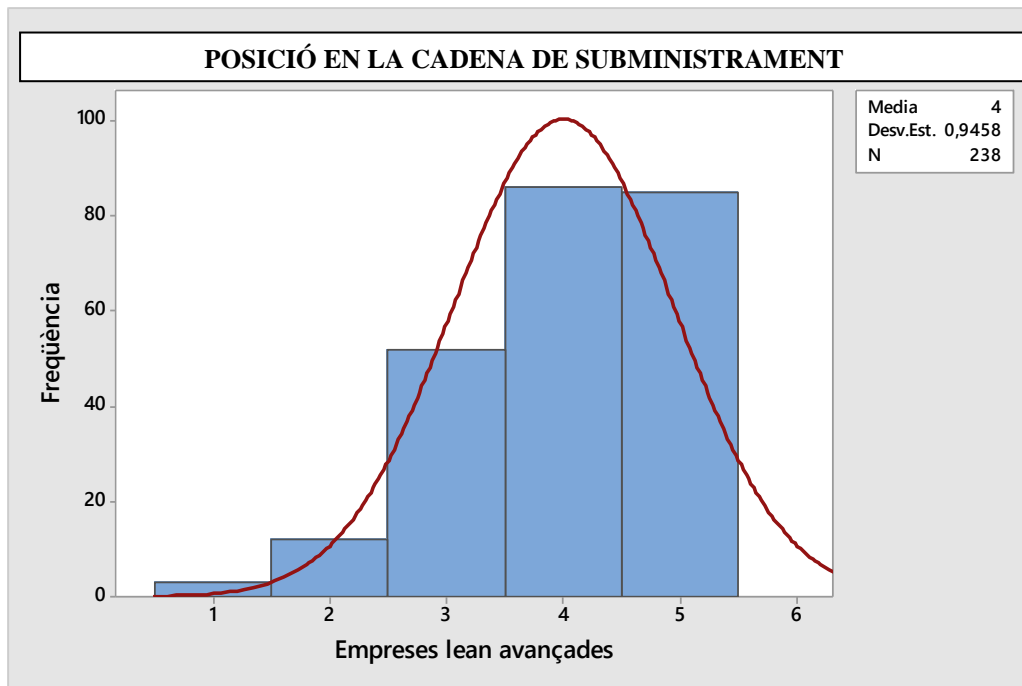
**Figura 80:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable mida del mercat. Font: Elaboració pròpia



**Figura 81:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable característiques del mercat. Font: Elaboració pròpia.

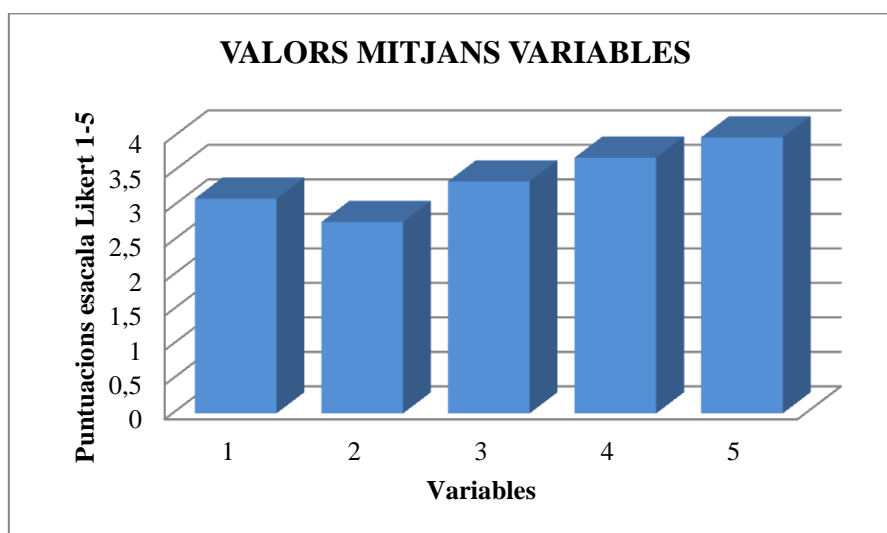


**Figura 82:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable posició en la cadena de subministrament. Font: Elaboració pròpia



A la figura 83 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 5 ítems.

**Figura 83:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 5 ítems. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.8 Anàlisi de l'indicador sintètic maduresa lean global del rendiment empresarial per a empreses lean avançades.

A la taula 50 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

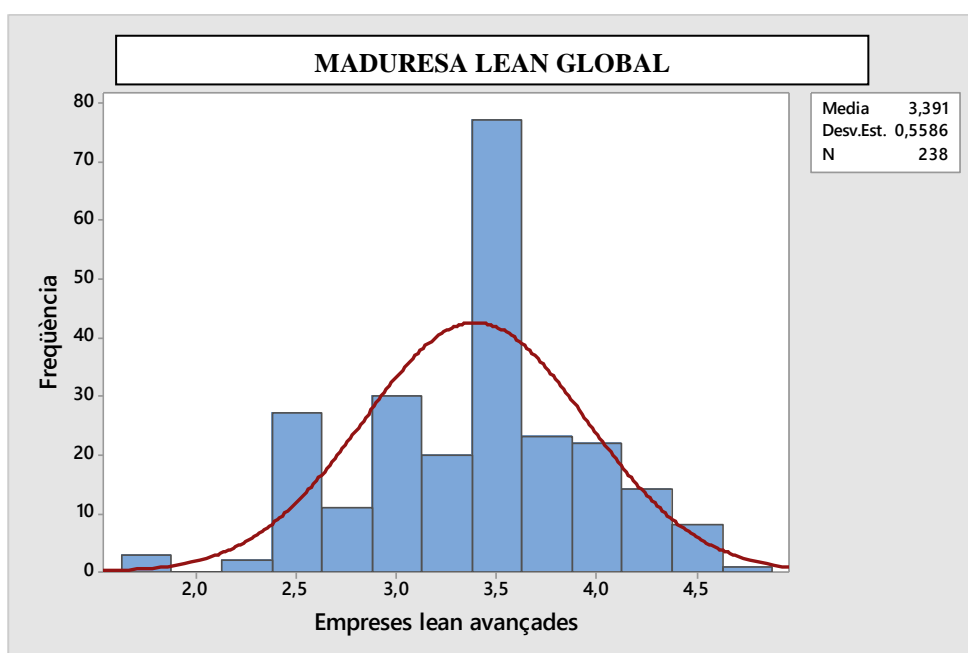
**Taula 50:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic maduresa lean global sobre el rendiment empresarial en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	sintètica
N	238
Mitjana	3,3908
Desv. Típica	0,5586
Variància	0,3120
Asimetria	-0,27
Curtosi	-0,11
Percentils 25	3,0000
50	3,4000
75	3,8000

La mitjana és superior a 3 (3,3908), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és negatiu, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és negatiu el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 84) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 84:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic maduresa lean global per a les empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia



### 5.3.9 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades.

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment empresarial, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre totes les variables és escassa o nul·la (valors de rho entre 0 i 0,25), excepte pel que fa a l'associació entre les variables “vendes” i “ROS” les quals presenten una intensitat d'associació dèbil (rho=0,260; p=0,000)

**Taula 51:** Rho de Spearman entre les variables del rendiment empresarial en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2	3	4
2	0,260 0,000			
3	0,038 0,557	0,159 0,014		
4	-0,013 0,838	-0,005 0,941	0,136 0,036	
5	-0,032 0,620	0,097 0,136	0,068 0,298	0,079 0,226

### 5.3.10 Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no lean, lean i lean avançades.

Tal i com hem analitzat anteriorment, les mostres no segueixen la llei normal. A més a més, hi ha tres grups de dades i aquests són independents entre ells. Per tant, aplicarem el test de Kruskal-Wallis per realitzar el contrast d'igualtats.

A continuació s'adjunten les sortides de Minitab de les variables analitzades sobre el rendiment empresarial (taules 52 a 56) per a empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades.

**Taula 52:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable vendes per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	2,000	230,1	-3,02
Lean	179	2,000	255,0	-1,38
Lean avançades	238	3,000	296,6	3,83
Total	535		268,0	
H=16,50	GL=2	P=0,000		
H=17,36	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 53:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable ROS per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	252,3	-1,25
Lean	179	3,000	274,6	0,70
Lean avançades	238	3,000	270,9	0,38
Total	535		268,0	
H=1,62	GL=2	P=0,444		
H=1,75	GL=2	P=0,417	Valors ajustats	



**Taula 54:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable mida del mercat per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,000	244,1	-1,91
Lean	179	3,000	258,1	-1,05
Lean avançades	238	3,000	287,3	2,59
Total	535		268,0	
H=7,30	GL=2	P=0,026		
H=8,69	GL=2	P=0,013	Valors ajustats	

**Taula 55:** Sortida Kruskall-Wallis del Minitab variable característiques del mercat per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	4,000	262,7	-0,42
Lean	179	4,000	254,9	1,39
Lean avançades	238	4,000	280,5	1,68
Total	535		268,0	
H=2,99	GL=2	P=0,224		
H=3,27	GL=2	P=0,195	Valors ajustats	

**Taula 56:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable posició en la cadena de subministrament per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	5,000	283,6	1,24
Lean	179	4,000	263,2	-0,51
Lean avançades	238	4,000	263,9	-0,56
Total	535		268,0	
H=1,55	GL=2	P=0,462		
H=1,72	GL=2	P=0,423	Valors ajustats	

Com es pot veure en el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H en el cas de les variables vendes i mida de mercat, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar per aquests dos casos que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat.

Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

No podem concloure el mateix per a les variables ROS, característiques del mercat i posició en la cadena de subministrament, a on el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915 i tal i com podem observar a les taules corresponents, queda per sobre de l'estadístic de prova H. Per tant, acceptem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que no hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per aquestes variables. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\geq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes no són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a cada una de les variables, realitzarem la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 57:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	1	3
<b>Mediana no lean</b>	2,0000	3,0000
<b>Mediana lean</b>	2,0000	3,0000
<b>Interval de confiança (IC)</b>	-0,0000; 0,0001	0,0001; -0,0000
<b>Diferència</b>	-0,0000	0,0000
<b>Valor W</b>	16491,0	16976,5
<b>Valor p</b>	0,0763	0,2018
<b>Valor p ajustat</b>	0,0688	0,1756

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 57.

Per a les dues variables analitzades, el valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió a prendre en aquest cas és refusar la hipòtesi alternativa y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* no són significatives.

**Taula 58:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. Font:  
Elaboració pròpia

Variable	1	3
<b>Mediana no lean</b>	2,0000	3,0000
<b>Mediana lean</b>	3,0000	3,0000
<b>Interval de confiança (IC)</b>	-1,0000; 0,0000	-0,0000; -0,0001
<b>Diferència</b>	-0,0000	0,0000
<b>Valor W</b>	33917,0	35028,5
<b>Valor p</b>	0,0042	0,0253
<b>Valor p ajustat</b>	0,0035	0,0164

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 58.

Per a totes les variables analitzades el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

**Taula 59:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable sintètica maduresa lean global per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia.

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Rang mitjà</b>	<b>R rang</b>
No lean	118	3,200	234,3	-2,68
Lean	179	3,200	253,9	-1,49
Lean avançades	238	3,400	295,3	3,66
Total	535		268,0	
H=14,53	GL=2	P=0,001		
H=14,70	GL=2	P=0,001	Valors ajustats	

Realitzant el test de Kruskal-Wallis per a l'indicador maduresa *lean* global, tal i com mostra la taula 59, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a la variable sintètica maduresa *lean* global, realitzarem la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 60:** Sortida Mann-Whitney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font: Elaboració pròpia

<b>Variable</b>	<b>Maduresa lean global</b>
<b>Mediana no lean</b>	3,2000
<b>Mediana lean</b>	3,2000
<b>Interval de confiança (IC)</b>	-0,2000; -0,0000
<b>Diferència</b>	0,0000
<b>Valor W</b>	16769,0
<b>Valor p</b>	0,1310
<b>Valor p ajustat</b>	0,1294

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és zero. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l' interval de confiança (-0,2000; -0,0000).

El valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi alternativa y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* no són significatives.

**Taula 61:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses *lean* i *lean* avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
Mediana no lean	3,2000
Mediana lean	3,4000
Interval de confiança (IC)	-0,2000; 0,0001
Diferència	-0,2000
Valor W	34079,5
Valor p	0,0031
Valor p ajustat	0,0030

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és -0,2000. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l' interval de confiança (-0,2000; 0,0001).

El valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la y concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

## 5.4 La producció *lean* i la gestió mediambiental.

En aquest apartat analitzem la relació entre la producció *lean* i la gestió mediambiental, conegut com a “*lean* and green”. Les variables utilitzades en la nostra anàlisi, les quals citem a continuació, ens mostren com ha evolucionat la gestió mediambiental de les empreses enquestades en els últims tres anys. Aquestes variables han estat mesurades mitjançant una escala Likert de cinc punts, on 1 indica un deteriorament de la gestió d'un 5% o més, 2 indica cap canvi (-5% / +5%), 3 indica una millora en la gestió entre un 5 % i un 15%, 4 indica un increment entre un 15% i un 25% i 5 indica una important millora en la gestió d'un 25% o més.

Les variables analitzades son:

1. La pressió mediambiental (els grups d'interès de les unitats de negoci analitzades demanen productes i processos respectuosos amb el medi ambient)
2. Certificacions mediambientals (EMAS o ISO 14001)
3. La reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus

Per tal de resumir i descriure les característiques de les variables analitzades sobre la gestió mediambiental, farem ús dels estadístics descriptius més importants.

#### 5.4.1 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses no lean.

A la taula 62 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses no *lean*.

**Taula 62:** Estadístics descriptius de les variables de gestió mediambiental en empreses no lean.  
Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3
<b>N</b>	118	118	118
<b>Mitjana</b>	3,144	2,763	2,653
<b>Desv. Típica</b>	1,193	1,594	1,423
<b>Variància</b>	1,424	2,542	2,024
<b>Asimetria</b>	0,13	0,08	0,18
<b>Curtosi</b>	-0,92	-1,46	-1,17
<b>Percentils 25</b>	2	1	1
<b>50</b>	3	3	3
<b>75</b>	4	4	4

“Pressions mediambientals” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,144). D'aquí és pot deduir que les empreses no *lean* que han implantat aquesta variable han percebut millores en la gestió mediambiental.

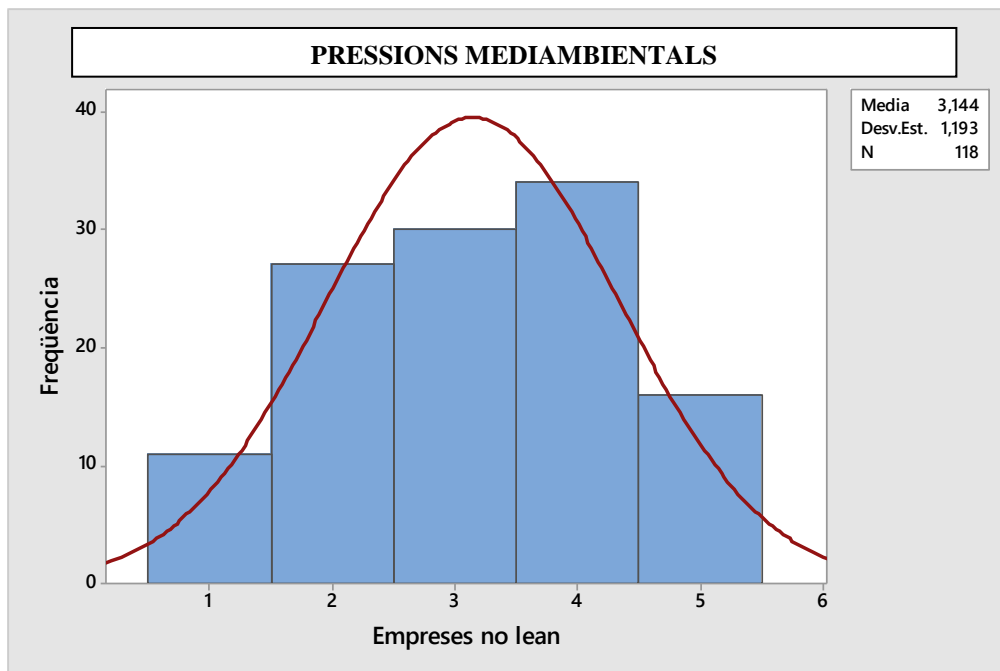
En canvi la mitjana observada per a les variables “certificacions mediambientals” i “Reducció d'emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns no *lean*, no han percebut una millora en la gestió mediambiental.

En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) en tots els casos, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal.

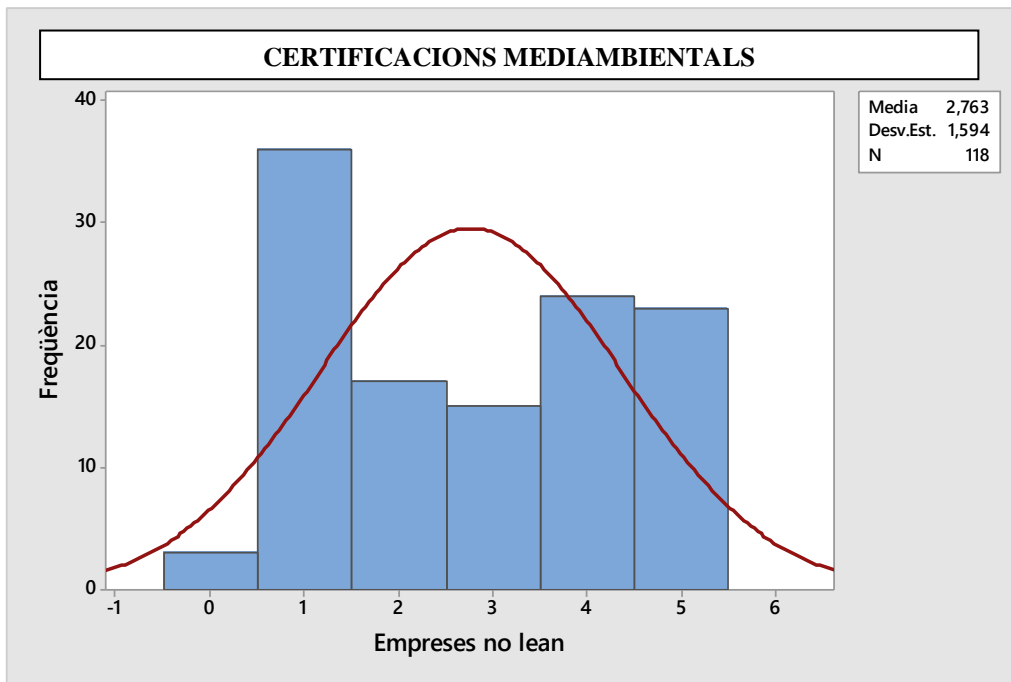
El coeficient d'asimetria és positiu en tots el casos, el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s'adjunten els diagrames de freqüència d'aquestes variables (figura 85 a 87) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses no *lean*.

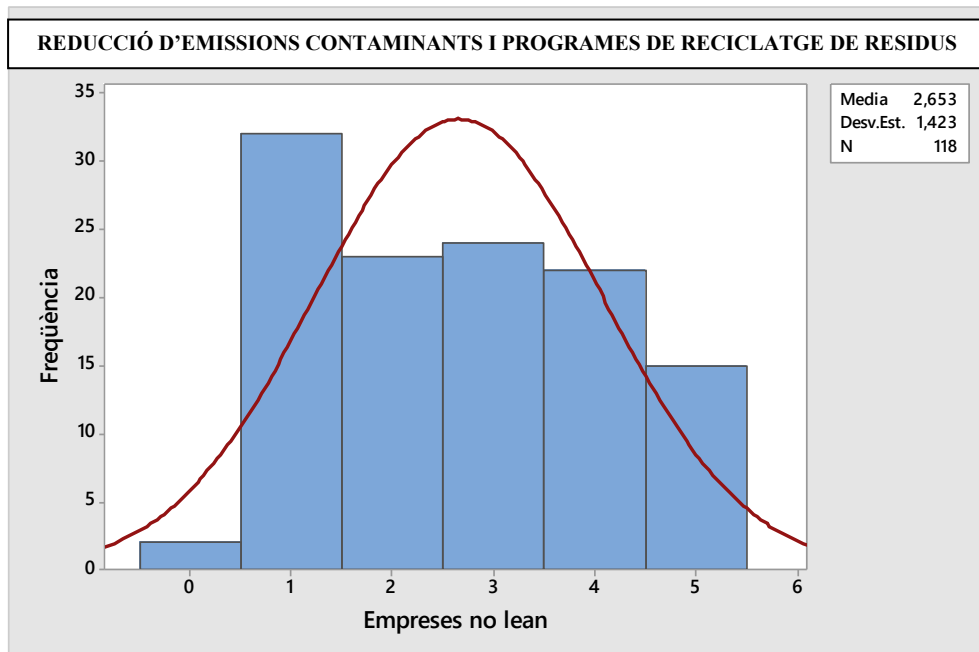
**Figura 85:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable pressions mediambientals. Font: Elaboració pròpia



**Figura 86:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable certificacions mediambientals. Font: Elaboració pròpia.



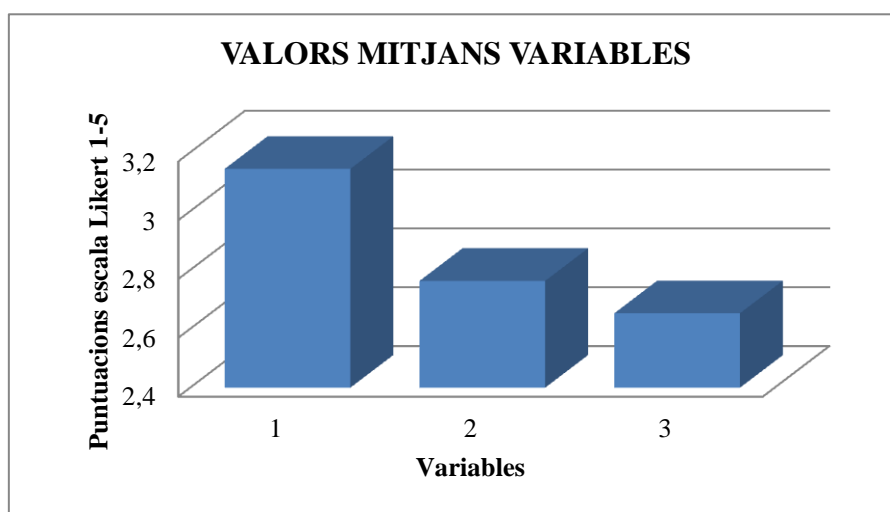
**Figura 87:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses no lean variable reducció d'emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus . Font: Elaboració pròpia





A la figura 88 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 3 ítems.

**Figura 88:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems. Font: Elaboració pròpia



#### 5.4.2 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses no lean.

A la taula 63 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

**Taula 63:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre la gestió mediambiental en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia.

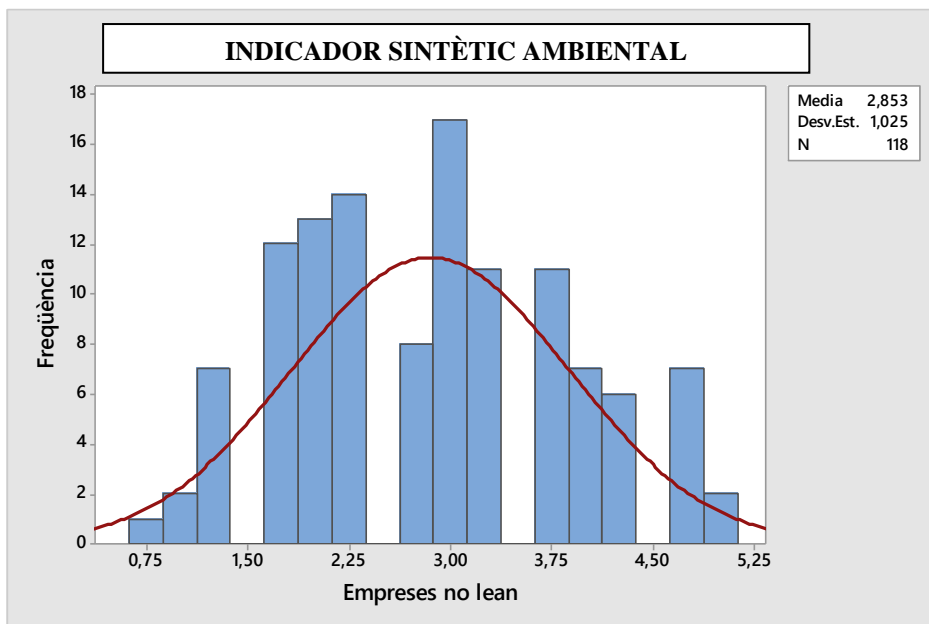
Variable	Indicador sintètic ambiental
N	118
Mitjana	2,8531
Desv. Típica	1,0254
Variància	1,0514
Asimetria	0,17
Curtosi	-0,80
Percentils 25	2,0000
50	3,0000
75	3,6667

La mitjana és inferior a 3 (2,8531), pel que l'aportació és negativa. El coeficient de curtosi és negatiu, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal.

El coeficient d'asimetria és positiu el que indica que existeix major concentració de valors a la dreta de la mitjana que a la seva esquerra.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 89) a on podem observar els fenòmens de curtosis i asimetria.

**Figura 89:** Histograma amb corba de la normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses no lean. Font: Elaboració pròpia



### 5.4.3 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses no lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems de la gestió mediambiental, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre les variables “pressions mediambiental” i “certificacions mediambiental” i “certificacions mediambiental” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil ( $\rho=0,260$ ;  $p=0,004$ ) i ( $\rho= 0,425$ ;  $p=0,000$ ) respectivament. La intensitat d'associació entre “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és escassa o nul·la ( $\rho=0,186$ ;  $p=0,044$ ).

**Taula 64:** Rho de Spearman entre les variables de gestió mediambiental en empreses no lean. Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2
2	0,260 (0,004)	
3	0,186 (0,044)	0,425 (0,000)

#### 5.4.4 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean.

A la taula 65 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean*.

**Taula 65:** Estadístics descriptius de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean.

Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3
N	179	179	179
Mitjana	3,3464	3,006	2,8883
Desv. Típica	1,0614	1,3640	1,1262
Variància	1,1265	1,8600	1,2683
Asimetria	-0,22	-0,20	-0,11
Curtosi	-0,66	-1,00	-0,43
Percentils 25	3	2	2
50	3	3	3
75	4	4	4

“Pressions mediambiental” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,3464). La variable “certificacions mediambientals” ha obtingut una puntuació de 3,006. D'aquí es pot deduir que les empreses *lean* que han implantat aquestes dues variables han percebut millores en la gestió mediambiental.

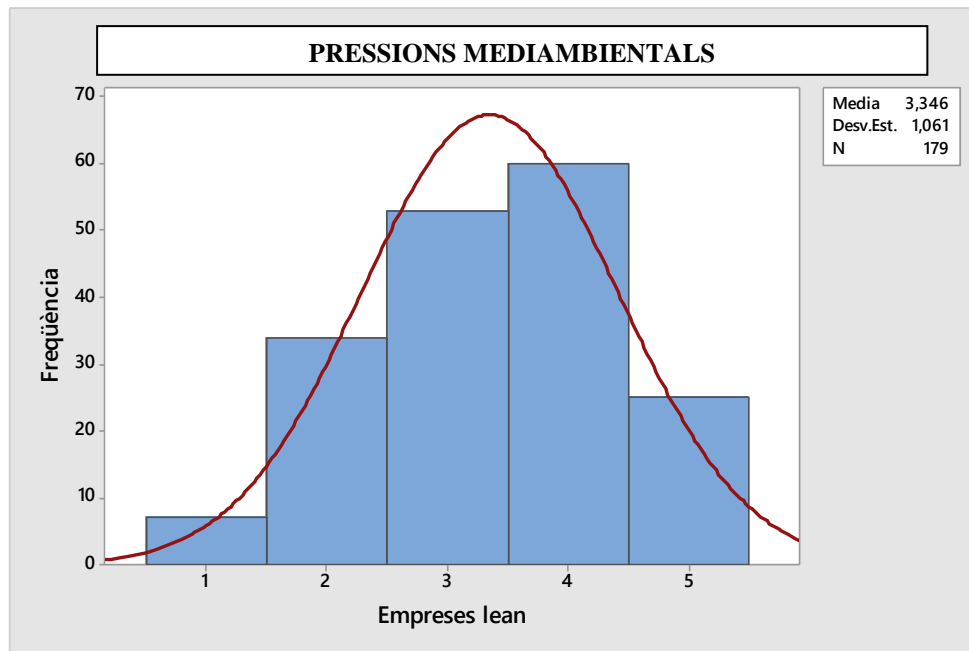
En canvi la mitjana observada per a la variable “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquest ítem en entorns *lean*, no han percebut una millora en la gestió mediambiental.

En el nostre cas, el coeficient de curtosi és negatiu (distribució platicúrtica) per als tres casos, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal.

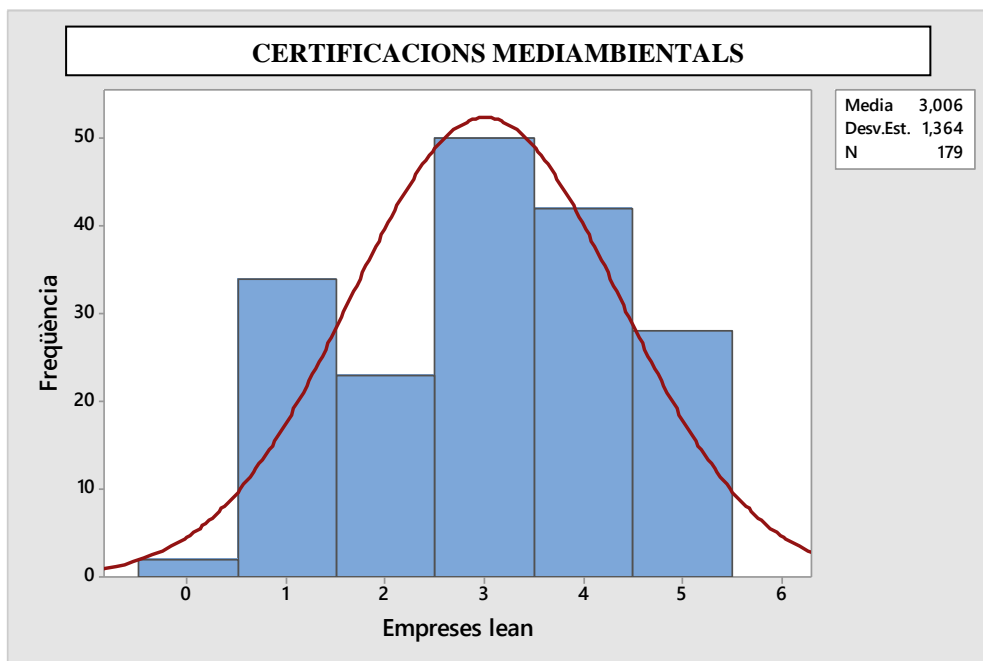
El coeficient d'asimetria és negatiu per als tres casos, el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s'adjunten els diagrames de freqüències d'aquestes variables (figura 90 a 92) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean*.

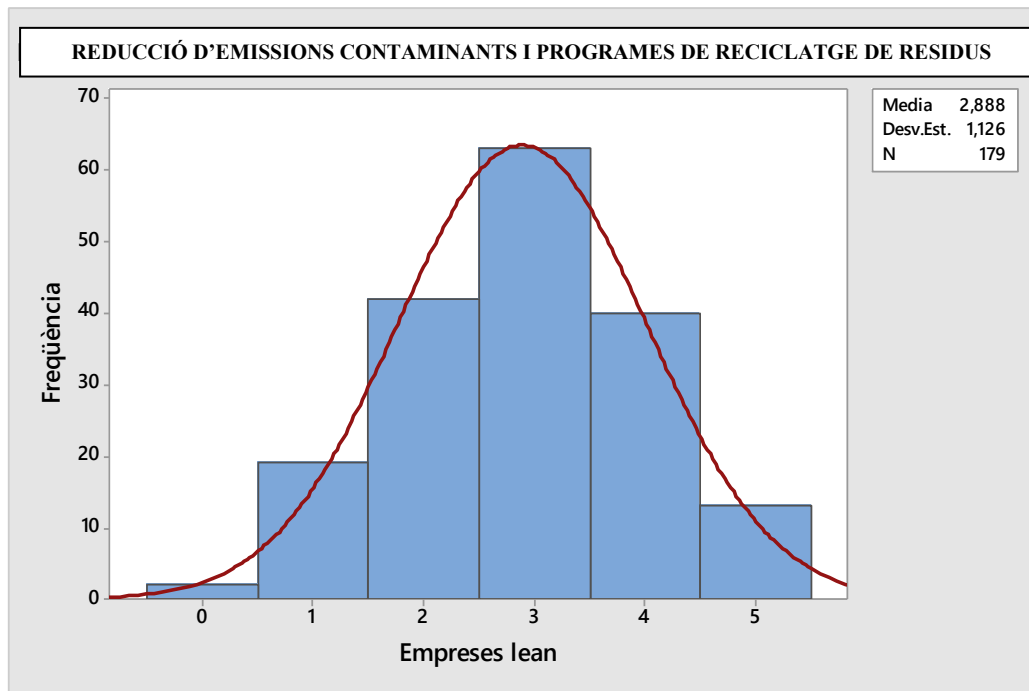
**Figura 90:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable pressions mediambientals. Font: Elaboració pròpia.



**Figura 91:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable certificacions mediambientals. Font: Elaboració pròpia

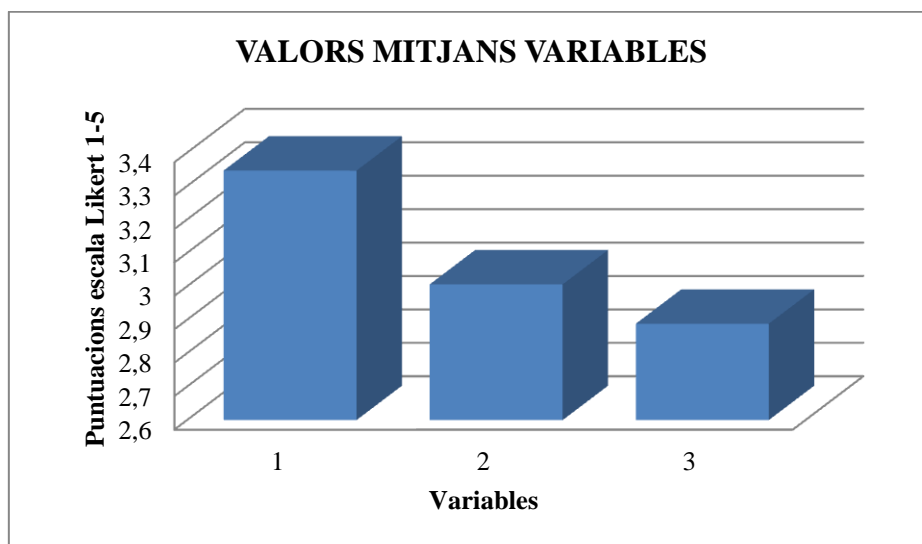


**Figura 92:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus. Font: Elaboració pròpia



A la figura 93 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 3 ítems.

**Figura 93:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems. Font: Elaboració pròpia



### 5.4.5 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses lean.

A la taula 66 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

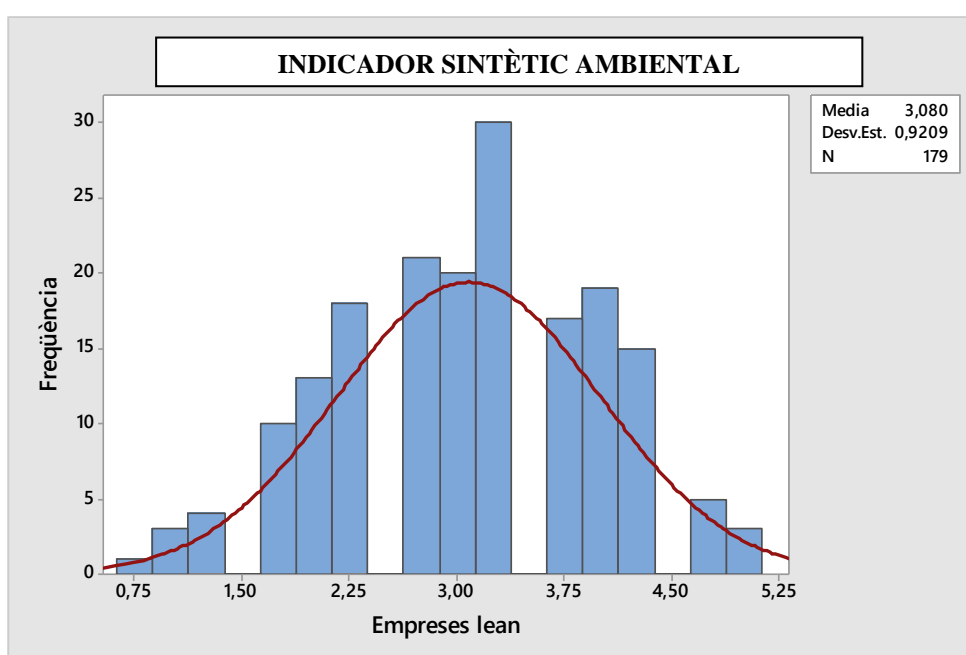
**Taula 66:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre la gestió mediambiental en empreses lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	Indicador sintètic ambiental
N	179
Mitjana	3,0801
Desv. Típica	0,9209
Variància	0,8481
Asimetria	-0,19
Curtosi	-0,50
Percentils 25	2,3333
50	3,0000
75	3,6667

La mitjana és superior a 3 (3,0801), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és negatiu, el que indica que la distribució és menys apuntada que la normal. El coeficient d'asimetria és negatiu el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 94) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria.

**Figura 94:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses lean. Font: Elaboració pròpia



#### 5.4.6 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses lean.

Al contrastar l'associació entre els ítems de la gestió mediambiental, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre les variables “pressions mediambiental” i “certificacions mediambientals” i “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil ( $\rho=0,355$ ;  $p=0,000$ ) i ( $\rho=0,290$ ;  $p=0,000$ ) respectivament. En canvi la intensitat d'associació entre les variables “certificacions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és moderada ( $\rho=0,529$ ;  $p=0,000$ )

**Taula 67:** Rho de Spearman entre les variables de la gestió mediambiental en empreses lean.

Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2
2	0,355 (0,000)	
3	0,290 (0,000)	0,529 (0,000)

#### 5.4.7 Anàlisi descriptiva de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades.

A la taula 68 s'adjunten els estadístics descriptius de les variables descrites anteriorment per a les empreses *lean* avançades.

**Taula 68:** Estadístics descriptius de les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3
<b>N</b>	238	238	238
<b>Mitjana</b>	3,5042	3,7983	3,5630
<b>Desv. Típica</b>	1,0010	1,1912	1,0645
<b>Variància</b>	1,0021	1,4191	1,1331
<b>Asimetria</b>	-0,56	-1,02	-0,83
<b>Curtosi</b>	0,92	0,69	1,06
<b>Percentils 25</b>	3	3	3
<b>50</b>	3	4	4
<b>75</b>	4	5	4

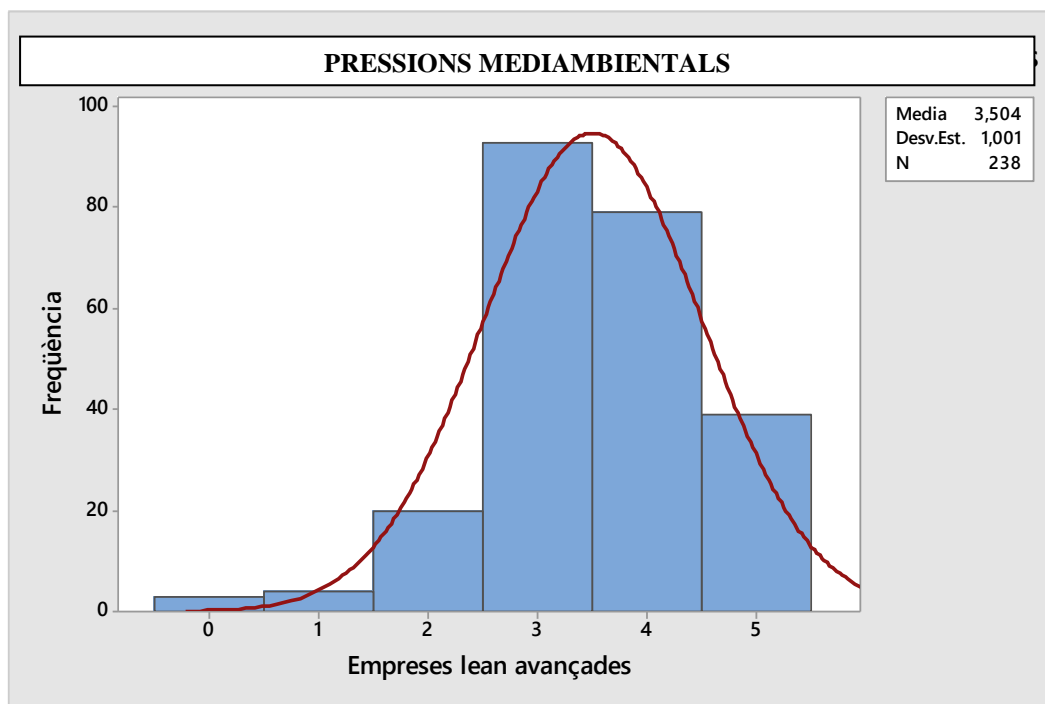
“Certificacions mediambientals” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,7983). Les variables “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” han obtingut una puntuació de 3,5042 i 3,5630 respectivament. D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* avançades que han implantat aquestes variables han percebut millores en la gestió mediambiental.

En el nostre cas, el coeficient de curtosi és positiu (distribució leptocúrtica) en tots els casos, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

El coeficient d’asimetria és negatiu per a totes les variables, el que indica que existeix major concentració de valors a l’esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

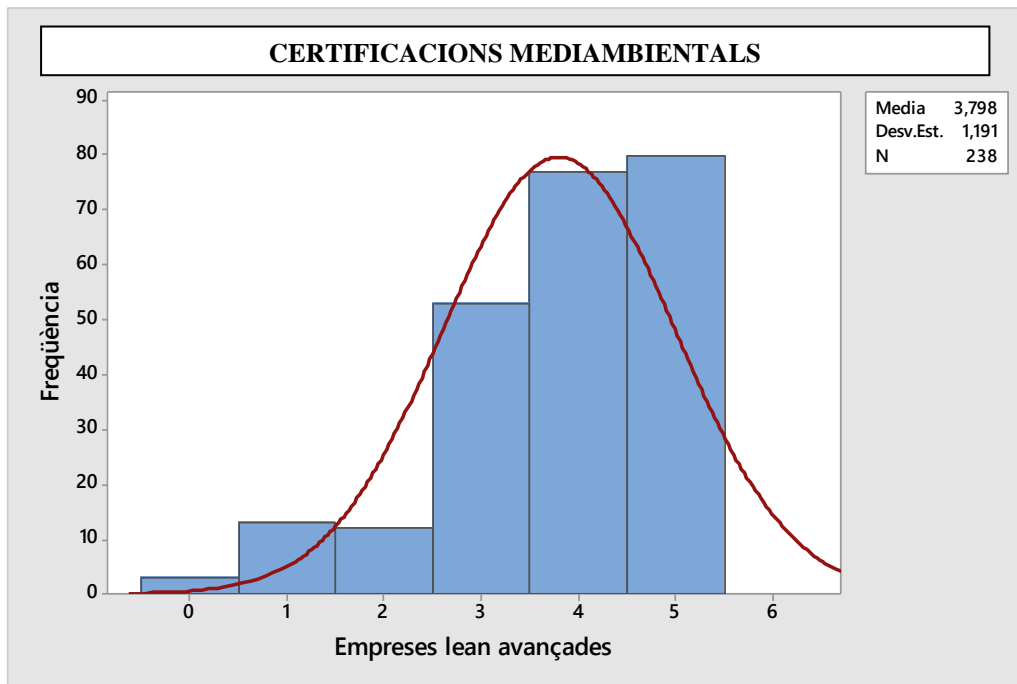
A continuació s’adjunten els diagrames de freqüència d’aquestes variables (figura 95 a 97) a on podem observar els fenòmens de curtosi i asimetria a partir dels diagrames amb la corba normal graficada per a empreses *lean* avançades.

**Figura 95:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses *lean* avançades variable pressions mediambientals. Font: Elaboració pròpia

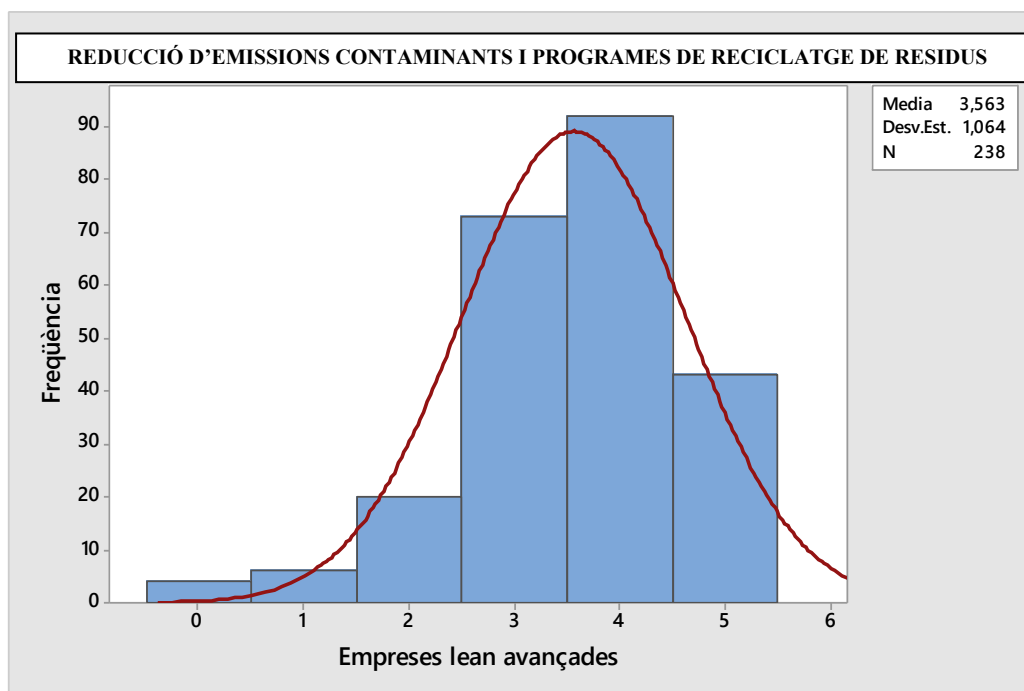




**Figura 96:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable certificacions mediambientals. Font: Elaboració pròpia

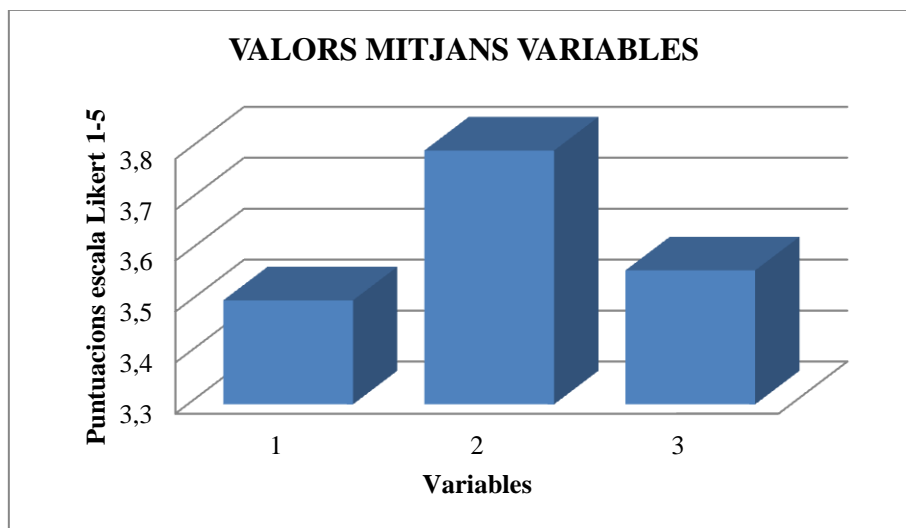


**Figura 97:** Diagrama de freqüències amb corba normal de les empreses lean avançades variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus. Font: Elaboració pròpia



A la figura 98 s'adjunta un diagrama de barres amb la mitjana dels 3 ítems.

**Figura 98:** Diagrama de barres de la mitjana de puntuacions sobre una escala Likert dels 3 ítems. Font: Elaboració pròpia



#### 5.4.8 Anàlisi de l'indicador sintètic ambiental de la gestió mediambiental per a empreses lean avançades.

A la taula 69 s'adjunta un resum dels principals estadístics descriptius d'aquesta variable.

**Taula 69:** Estadístics descriptius de l'indicador sintètic ambiental sobre el rendiment empresarial en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

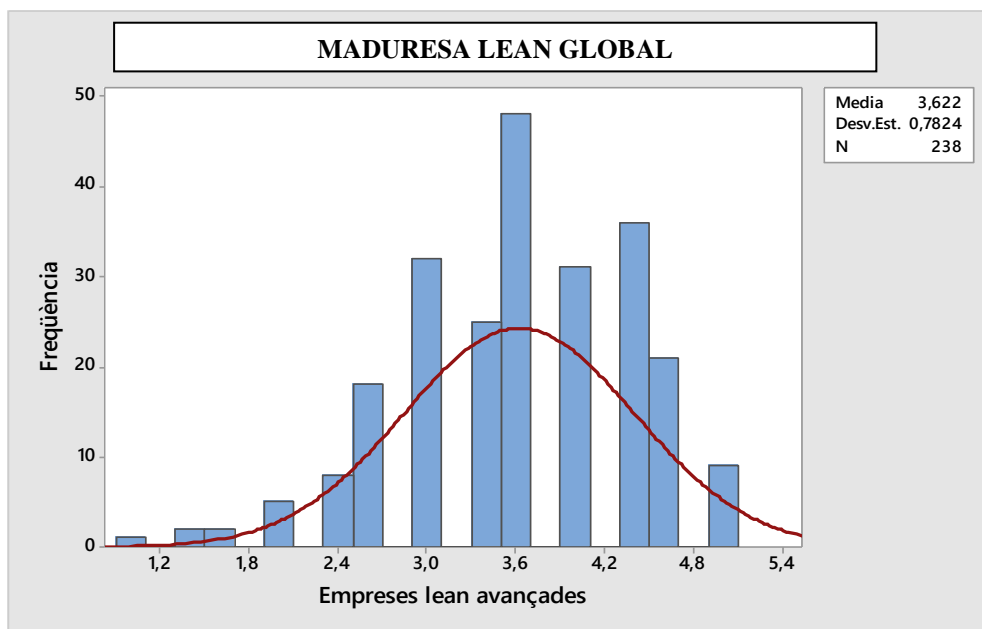
Variable	Indicador sintètic ambiental
N	238
Mitjana	3,6218
Desv. Típica	0,7824
Variància	0,6121
Asimetria	-0,51
Curtosi	0,14
Percentils 25	3,0000
50	3,6667
75	4,3333

La mitjana és superior a 3 (3,6218), pel que l'aportació és positiva. El coeficient de curtosi és positiu, el que indica que la distribució és més apuntada que la normal.

El coeficient d'asimetria és negatiu el que indica que existeix major concentració de valors a l'esquerra de la mitjana que a la seva dreta.

A continuació s'adjunta l'histograma d'aquest indicador (figura 99) a on podem observar els fenòmens de curtosis i asimetria.

**Figura 99:** Histograma amb corba normal de l'indicador sintètic ambiental per a les empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia



#### 5.4.9 Anàlisi de les mesures d'associació i taules de contingència per a les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades.

Al contrastar l'associació entre els ítems de la gestió mediambiental, mitjançant el coeficient rho d'Spearman, la intensitat d'associació entre les variables “pressions mediambiental” i “certificacions mediambiental” és escassa o nul·la ( $\rho=0,173$ ;  $p=0,004$ ). La intensitat d'associació entre “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” i “certificacions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil ( $\rho=0,262$ ;  $p=0,000$ ) i ( $\rho=0,454$ ;  $p=0,000$ ) respectivament.

**Taula 70:** Rho de Spearman entre les variables de la gestió mediambiental en empreses lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variables	1	2
2	0,173 (0,007)	
3	0,262 (0,000)	0,454 (0,000)

#### 5.4.10 Contrast d'igualtats en la mitjana de posició central segons la variable seleccionada per a empreses no lean, lean i lean avançades.

Tal i com hem analitzat anteriorment, les mostres no segueixen la llei normal. A més a més, hi ha tres grups de dades i aquests són independents entre ells. Per tant, aplicarem el test de Kruskal-Wallis per realitzar el contrast d'igualtats.

A continuació s'adjunten les sortides de Minitab de les variables analitzades sobre la gestió mediambiental (taules 71 a 73) per a empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades.

**Taula 71:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable pressions mediambientals per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia.

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	239,4	-2,28
Lean	179	3,000	263,6	-0,470
Lean avançades	238	3,000	285,5	2,34
Total	535		268,0	
H=7,23	GL=2	P=0,027		
H=7,83	GL=2	P=0,020	Valors ajustats	

**Taula 72:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable certificacions mediambientals per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	217,4	-4,03
Lean	179	3,000	232,9	-3,73
Lean avançades	238	4,000	319,5	6,90
Total	535		268,0	
H=48,34	GL=2	P=0,000		
H=50,84	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

**Taula 73:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	213,8	-4,31
Lean	179	3,000	233,3	-3,68
Lean avançades	238	4,000	320,9	7,09
Total	535		268,0	
H=51,36	GL=2	P=0,000		
H=54,53	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

Com es pot veure en el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H en el cas de totes les variables, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que en tots els casos hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a cada una de les variables, realitzarem la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 74:** Sortida Mann-Whitney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3
Mediana no lean	3,0000	3,0000	3,0000
Mediana lean	3,0000	3,0000	3,0000
Interval de confiança (IC)	0,0000; -0,0002	-0,9999; -0,0002	-1,0001; -0,0002
Diferència	-0,0000	0,0000	0,0000
Valor W	16612,5	16690,5	16424,5
Valor p	0,0905	0,1093	0,0551
Valor p ajustat	0,0832	0,1044	0,0505

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 74.

Per a les tres variables analitzades, el valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió a prendre en aquest cas és refusar la hipòtesi alternativa i concloure que les diferències entre les empreses *no lean* i les empreses *lean* no són significatives.

**Taula 75:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable	1	2	3
Mediana lean	3,0000	3,0000	3,0000
Mediana lean avançat	4,0000	4,0000	4,0000
Interval de confiança (IC)	-0,9999; -1,0000	-0,9999; -1,0000	-0,9999; -1,0000
Diferència	-1,0000	-1,0000	-1,0000
Valor W	30051,0	30230,0	30051,0
Valor p	0,0000	0,0000	0,0000
Valor p ajustat	0,0000	0,0000	0,0000

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre els intervals de confiança indicats a la taula 75

Per a totes les variables analitzades el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

**Taula 76:** Sortida Kruskal-Wallis del Minitab variable sintètica ambiental per a les empreses no lean, lean i lean avançades. Font: Elaboració pròpia

Variable qualitat client	N	Mediana	Rang mitjà	R rang
No lean	118	3,000	202,9	-5,18
Lean	179	3,000	235,7	-3,42
Lean avançat	238	3,667	324,5	7,57
Total	535		268,0	
H=60,55	GL=2	P=0,000		
H=61,22	GL=2	P=0,000	Valors ajustats	

Realitzant el test de Kruskal-Wallis per a l'indicador sintètic ambiental, tal i com mostra la taula 76, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l'estadístic de prova H, per tant, rebutgem la hipòtesis nul·la i podem afirmar que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s'obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

Per tal de poder analitzar les diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat per a la variable sintètica maduresa *lean* global, realitzarem la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats. La prova que realitzarem és:  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 < \eta_2$ .

**Taula 77:** Sortida Mann-Whitney del Minitab per a les empreses no lean i lean. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
Mediana no lean	3,0000
Mediana lean	3,0000
Interval de confiança (IC)	-0,3333; 0,0001
Diferència	0,0000
Valor W	16083,5
Valor p	0,0193
Valor p ajustat	0,0188

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és zero. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l' interval de confiança (-0,3333; 0,0001).

El valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* són significatives.

**Taula 78:** Sortida Mann-Withney del Minitab per a les empreses *lean* i *lean avançades*. Font: Elaboració pròpia

Variable	Maduresa lean global
Mediana <i>lean</i>	3,0000
Mediana <i>lean avançades</i>	3,6667
Interval de confiança (IC)	-0,6666; -0,3333
Diferència	-0,6667
Valor W	30136,5
Valor p	0,0000
Valor p ajustat	0,0000

Si observem els resultats obtinguts, la estimació de la mediana per a la diferència de les dues poblacions és -0,6667. Podem estar un 95% segurs que la diferència entre les medianes de les poblacions està entre l' interval de confiança (-0,6666; -0,3333).

El valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la y concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean avançades* són significatives.



# **CAPÍTOL 6**

## **ANÀLISI ESTADÍSTICA SECTOR INDUSTRIAL CATALÀ**

---

## 6. Anàlisi estadística sector industrial Català

### 6.1 Introducció

Un cop analitzat el sector Internacional mitjançant el qüestionari IMSS VI, tal i com mostra el capítol anterior, hem pogut concloure que la producció *lean* té un impacte positiu sobre la gestió mediambiental. Però les variables de les quals disposàvem eren poc detallades.

És per aquesta raó que hem realitzat un estudi del sector industrial Català per reafirmar les conclusions a les quals hem arribat amb l'estudi anterior.

### 6.2 Metodologia

En aquest capítol es pretén detallar la metodologia utilitzada per a la realització del present estudi, el qual va consistir en el desenvolupament d'unes entrevistes a una mostra d'empreses del sector industrial català.

La investigació es va iniciar amb el disseny d'una enquesta, que constitueix la base fonamental per a la recollida de la informació primària. L'enquesta inclou 32 preguntes que fan referència a l'anàlisi d'operacions dintre de la metodologia *lean*, el canvi cultural i la gestió mediambiental que suposa portar a terme aquesta eina.

La mostra objecte d'anàlisi va quedar finalment configurada per 30 empreses que operen en territori Català i que es correspon amb un idèntic número d'enquestes vàlides.

### 6.3 Hipòtesis

Les hipòtesis plantejades per a caracteritzar el sector industrial a Catalunya d'acord amb un enfocament *lean* i de gestió mediambiental són:

- Hipòtesi 1: Les empreses del sector industrial Català desconeixen la filosofia *lean* i les tècniques i pràctiques que aquesta recomana. Tot i així algunes característiques inherents al procés i al tipus de producte recolzen alguns dels principis *lean*.

La hipòtesi 1 proposa guiar el discurs respecte a l'amplia divulgació que ha tingut la filosofia *lean* en sectors productius concrets i la manca de divulgació i experiències en altres.

- Hipòtesi 2: El concepte de valor afegit és aplicat per les empreses del sector industrial Català en el desenvolupament dels seus processos, tot i que desconeixen el terme.

Treballar sota el concepte de valor afegit, desenvolupant tasques i processos que afegeixen valor des del punt de vista del client i evitant el malbaratament causat per tasques que no afegeixen valor pot ser a vegades una situació de “sentit comú”. En alguns sectors conceptes com el de “valor afegit” no són tan usuals, però els encarregats d’analitzar els processos són conscients que algunes activitats concretes com el transport innecessari de materials o productes o la sobreproducció pot portar a significar costos sobre els productes que en ocasions el client no està disposat a pagar.

- Hipòtesi 3: La adopció de processos estàndards, les pràctiques mediambientals i la traçabilitat ajuda a reduir la complexitat en la variació de productes i processos.

Mitjançant l’establiment d’estàndards a la indústria es pot arribar a reduir la complexitat en la variació de productes i processos. En el cas de la traçabilitat, el medi ambient i el desenvolupament d’una activitat més sostenible promouen l’establiment de processos estàndards.

- Hipòtesi 4: El recurs humà és un factor important per a les empreses industrials Catalanes i per tant s’involucra en la millora dels processos.

La filosofia *lean* considera la importància del recurs humà i la necessitat de promoure la seva motivació i participació en la millora dels processos. Sota tal concepte el recurs humà deixa de ser un agent passiu i individual i comença a ser tractat com a membre d’un equip, que opera en un ambient de flexibilitat de les tasques, amb entrenament continu i amb la idea d’obtenir un producte de més elevada qualitat, al més baix cost i amb un nivell mínim de malbaratament o muda.

El nivell de formació del personal, les dificultats de comunicació amb el treballadors immigrants que parlen una altra llengua, i les característiques d’algunes tasques, són entre altres, factor que no faciliten la integració del personal en la millora de processos del sector industrial Català.

## **6.4. Resultats**

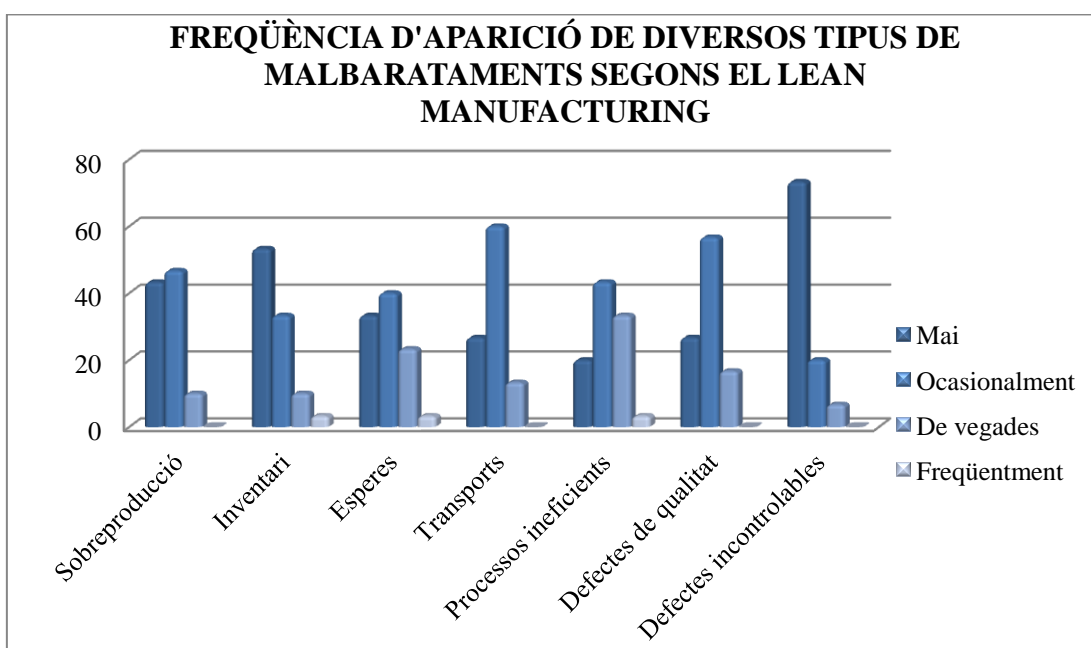
A continuació es comenten les respostes obtingudes de les entrevistes i per a cada una de les dimensions del model tractat.

### **6.4.1 Anàlisi de les operacions**

Mitjançant aquest estudi varem poder observar que moltes de les empreses analitzades no tenien cap coneixement sobre les tècniques i eines *lean manufacturing*. Només a les empreses més grans es va detectar l’aplicació d’algunes d’aquestes tècniques. Tanmateix, en termes generals, les empreses eren conscients que certes tasques o activitats només afegien costos al producte i, per tant, la seva reducció era necessària.

L'objectiu principal del concepte de *lean management* és la eliminació del malbaratament. El malbaratament es pot definir com les activitats que absorbeixen recursos però no afegeixen valor, per tant al portar a terme qualsevol operació que es pugui considerar com un malbaratament s'incorrerà en uns costos que no estaran afegint valor al producte final. Es pot dir que el punt de partida o la base de tot el pensament *lean* és el valor, el qual solament pot definir el consumidor final però que ha de ser creat pel productor.

**Figura 100:** Freqüència d'aparició de diversos tipus de malbarataments segons el lean manufacturing



Les empreses van identificar (figura 100) amb quina freqüència es trobaven davant diferents tipus de malbarataments:

- **Transports:** 26,7 % de les empreses enquestades afirmen que aquest tipus de malbaratament no es produeix mai, el 60 % ocasionalment i el 13,3% sovint.
- **Defectes de qualitat:** el 26,7 % de les empreses enquestades afirmen que aquest tipus de malbaratament no es produeix mai, el 56,7 % ocasionalment i el 16,7% sovint, tot i que el 20% de les empreses van experimentar ocasionalment defectes incontrolables i el 6,7% a vegades.
- **Esperes:** apareix ocasionalment en el 40% dels casos, sovint en el 23,3 % i un 33,3 % considerava que mai es trobava en aquesta situació. La opció freqüentment es va senyalar en un 3,3 %.
- **Inventaris:** el 53,3 % de les empreses mai van arribar a aquesta situació, el 33,3% ocasionalment i el 10% sovint. La opció freqüentment es va senyalar en un percentatge molt baix, un 3,3 %.

- Processos ineficients: s'observa que apareix ocasionalment en el 43,33% dels casos, sovint en el 33,3 % i un 20 % considerava que mai es trobava en aquesta situació. La opció freqüentment es va senyalar en un 3,3 %.
- Sobreproducció: apareix ocasionalment en el 46,7 % dels casos, sovint en el 10 % i la resta un 43,3 % considerava que mai es trobava en aquesta situació.

Per cada tipus de malbaratament podem plantejar la hipòtesi de proporcions per a una mostra única:

$$H_0: p \leq 0.5$$

$$H_1: p > 0.5$$

On  $p$  és la proporció d'empreses que manifesten l'existència, en major o menor grau, de cadascuna de les mudes. D'aquesta manera, rebutjar la hipòtesi nul·la significa obtenir suport estadístic a l'afirmació que la majoria d'empreses de la població (petites i mitjanes empreses industrials catalanes), es a dir, més de la meitat, admeten patir un determinat tipus de malbaratament. Amb un 95% de confiança ( $Z_{crítica} = 1,64$ , amb una sola cua), s'obtenen el següents resultats:

- Tot i obtenir una  $p$  mostral de 0,567 ( i desviació típica  $s = 0,090$ ) no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la per a la muda de sobreproducció ( $z = 0,74$ ).
- Igualment, amb  $p = 0,467$  ( $s = 0,091$ ) no es pot rebutjar la hipòtesi nul·la per a la muda d'existències ( $z = -0,36$ ).
- En canvi, amb  $p = 0,667$  ( $s = 0,086$ ) es rebutja la hipòtesi nul·la de la muda d'esperes. Les empreses són conscients del malbaratament ocasionat per les esperes ( $z = 1,94$ ).
- Pel que fa al malbaratament de transports, s'obté una proporció d'un 73,33% d'empreses que admeten haver experimentat transports sense valor afegit algun cop ( $s = 0,080$ ). Es rebutja la hipòtesi nul·la ( $z = 2,89$ )
- En el malbaratament de processos és on la majoria d'empreses de la mostra manifesta haver-se trobat. Això representa que en les empreses ja hi ha una certa cultura de millora de processos. Amb  $p = 0,800$  i  $s = 0,073$ , obtenim  $z = 4.11$ , rebutjant la hipòtesi nul·la. De fet, amb aquest resultat podríem haver demostrat que dues tercers parts de la població és conscient de l'existència de malbarataments en els processos.
- Els resultats obtinguts en el malbaratament de la qualitat també evidencien l'existència d'una cultura de gestió de la qualitat. Amb  $p = 0,733$  i  $s = 0,081$ , obtenim  $z = 2.89$ , rebutjant la hipòtesi nul·la.

Només dues empreses de la mostra afirmen no patir mai cap d'aquests malbarataments, mentre que un 63,3% admet patir-ne, ni que sigui ocasionalment, més de la meitat.

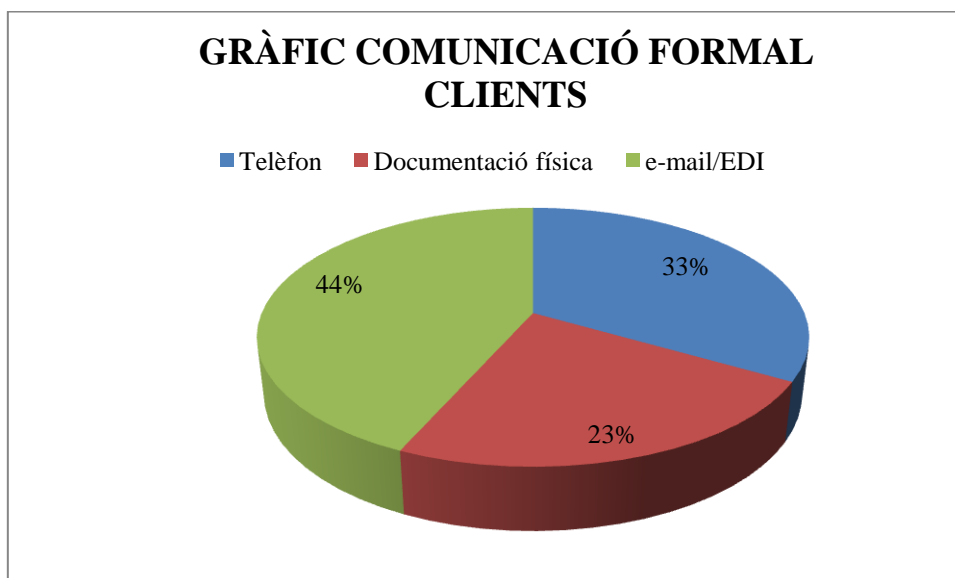
No obstant, aquest valor ( $z = 1,51$ ) no ens permet rebutjar la hipòtesi nul·la i per tant entenem que menys de la meitat de les empreses de la població no són conscients de patir aquests malbarataments (o realment no els pateixen, però sabem que això és molt improbable perquè fins i tot les empreses més avançades en la metodologia *lean manufacturing* basen el seu dia a dia en la millora continua).

De la mateixa manera que es pot parlar de malbarataments en producció, en el cas de flux d'informació poden existir situacions que es podrien catalogar com a malbarataments. Un exemple pot ser la manca d'utilització de recursos que facilitin la seva ràpida i fiable transferència, portant a errors o endarrerint la presa de decisions.

En el tema de malbarataments en informació es va investigar sobre els recursos que utilitzaven les empreses per a comunicar-se formalment amb clients i proveïdors i per a que fluís inicialment la informació.

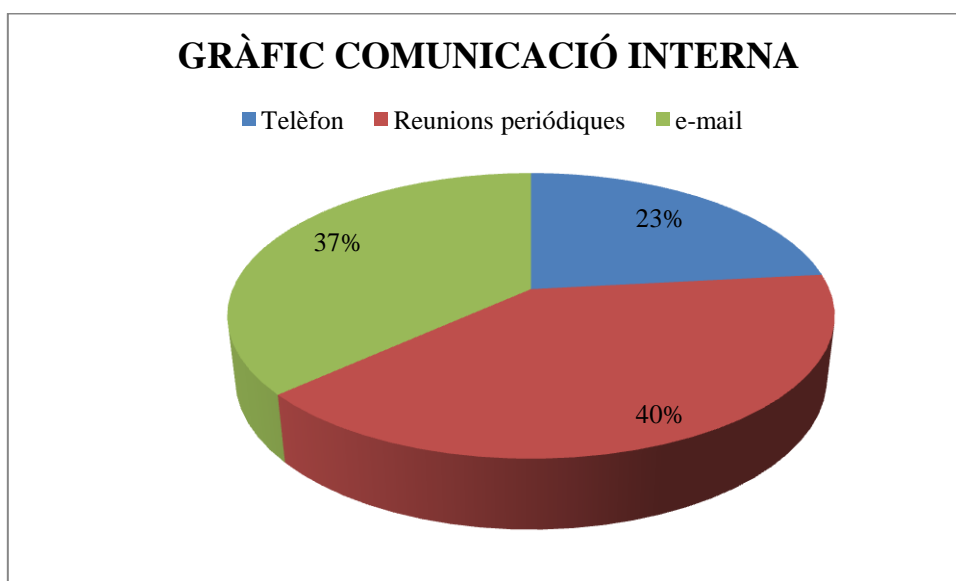
Els mitjans més utilitzats per a comunicar-se amb el clients (figura 101) continuen essent el telèfon en un 33,3 % i el correu electrònic en un 43,3 %. En ocasions inclòs, la trucada telefònica es confirmada mitjançant l'enviament d'un fax. De totes maneres sembla que cada vegada més s'utilitzen recursos com la transferència electrònica de dades (EDI) amb la idea d'agilitzar els processos de transferència d'informació. La documentació física només s'utilitza en un 23,3 %, la qual cosa contribueix a la reducció de l'impacte ambiental (consum de paper i generació de residus).

**Figura 101:** Gràfic Comunicació formal clients. Font: Elaboració pròpia



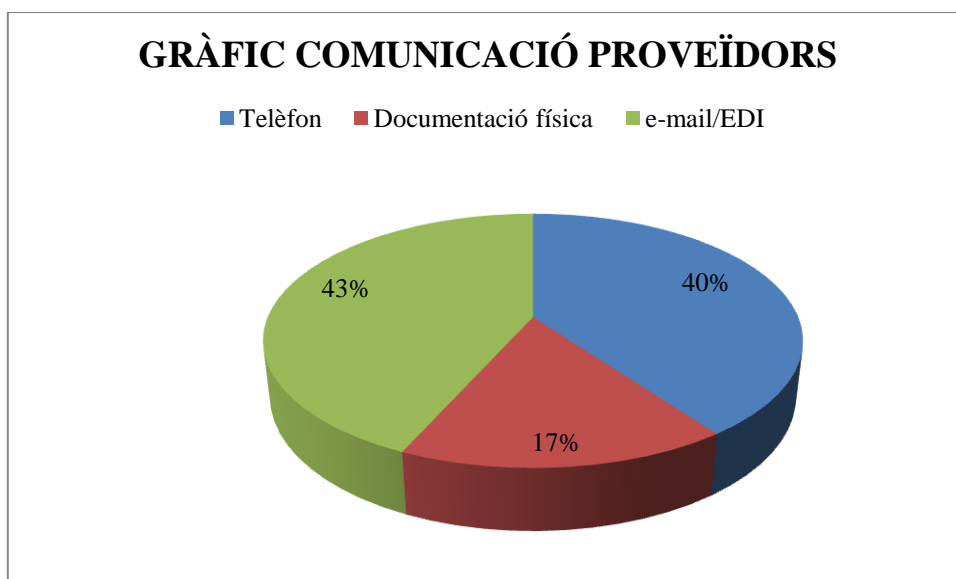
Per a la comunicació interna (figura 102) els recursos més utilitzats són les reunions periòdiques amb un 40% i el correu electrònic en un 36,7%. El telèfon s'utilitza en el 23,3% dels casos i el recurs de la Intranet i el butlletins interns no han sigut assenyalats.

**Figura 102:** Gràfic Comunicació interna. Font: Elaboració pròpia



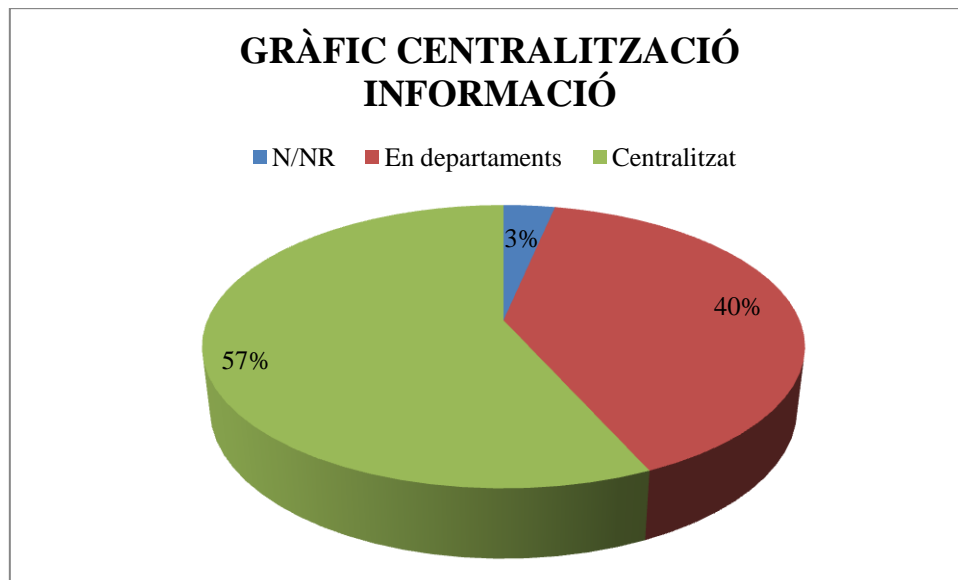
En el cas de recursos utilitzats per a comunicar-se amb proveïdors (figura 103), el telèfon va ser seleccionat en el 40% de les situacions, seguit del correu electrònic i el EDI en un 43,3%. La documentació física en un 16,7% dels casos. L'ús majoritari de l'EDI beneficia l'estalvi de paper i la generació de residus associada. A la vegada facilita la bona comunicació al ser un sistema normalitzat, possibilitant la rapidesa requerida pels sistemes *lean*.

**Figura 103:** Gràfic Comunicació Proveïdors. Font: Elaboració pròpia



La gestió de la informació en les empreses va ser també analitzada, segons estigués centralitzada o distribuïda en departaments (figura 104). La centralització de la informació en una mateixa plataforma informàtica pot oferir important avantatges des del punt de vista de gestió de les operacions i de presa de decisions d'acord amb la retroalimentació que es pot obtenir. El 56,7 % de les empreses la tenien centralitzada i el 40 % distribuïda en departaments. La resta no es va posicionar.

**Figura 104:** Gràfic Centralització informació. Font: Elaboració pròpia

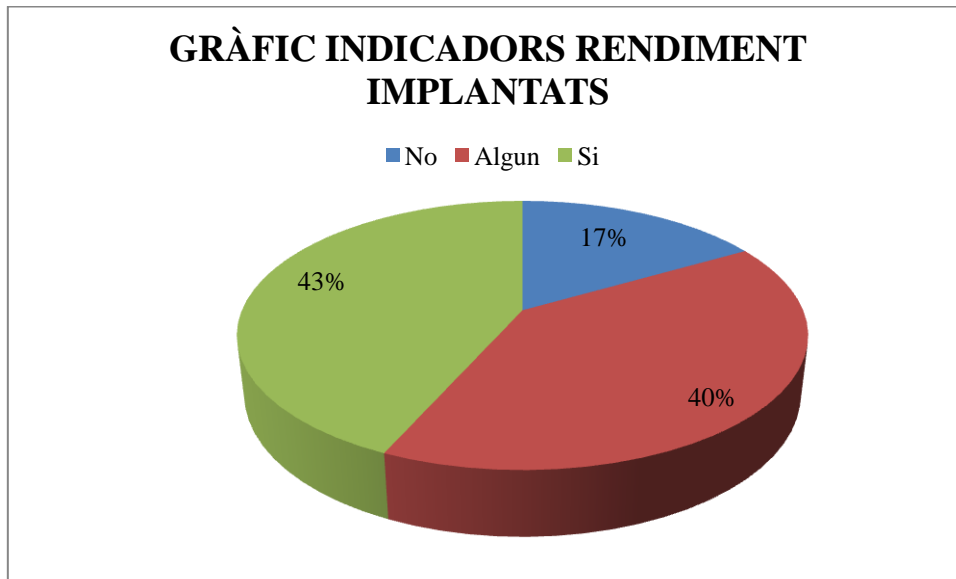


Per a poder gestionar la producció, cal disposar d'indicadors que puguin guiar la planificació i mesurar si s'han assolit els objectius. El 43,3% de les empreses de la mostra va manifestar que s'utilitzaven indicadors en el desenvolupament de la seva activitat. El 40% utilitzaven algun tipus d'indicador i el 16,7% no utilitzaven indicador en desenvolupament de la seva activitat (figura 105).

Els indicadors més utilitzats segons són la producció, mesurada en quilograms o unitats per dia, seguit del cost per unitat i la reclamació de clients. Al voltant del 60% de les empreses utilitzaven la disponibilitat de producte i el percentatge de demanda no conforme. Els indicadors de percentatge de pèrdua de ventes i les falles en maquinària van ser els menys utilitzats.

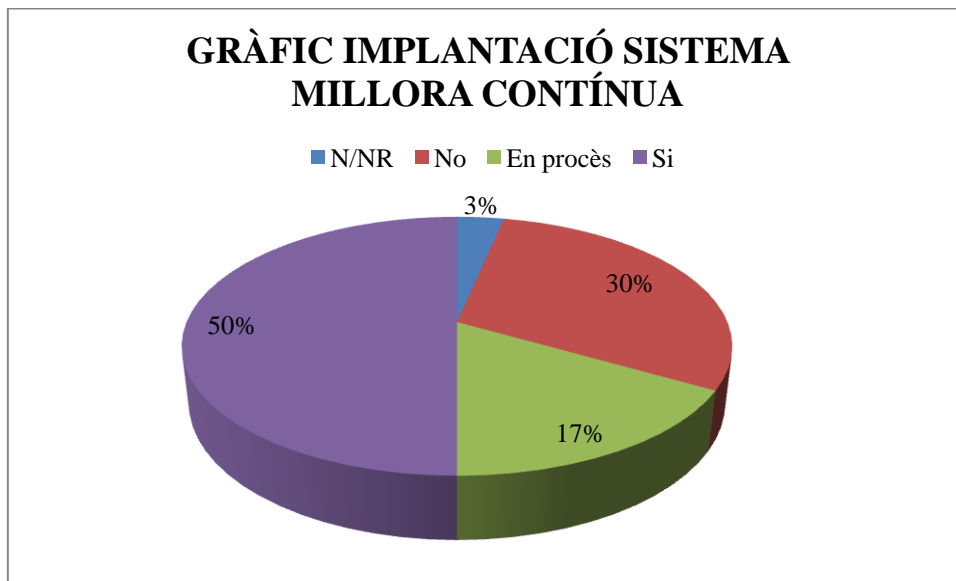


**Figura 105:** Gràfic Indicadors rendiment implantats. Font: Elaboració pròpia



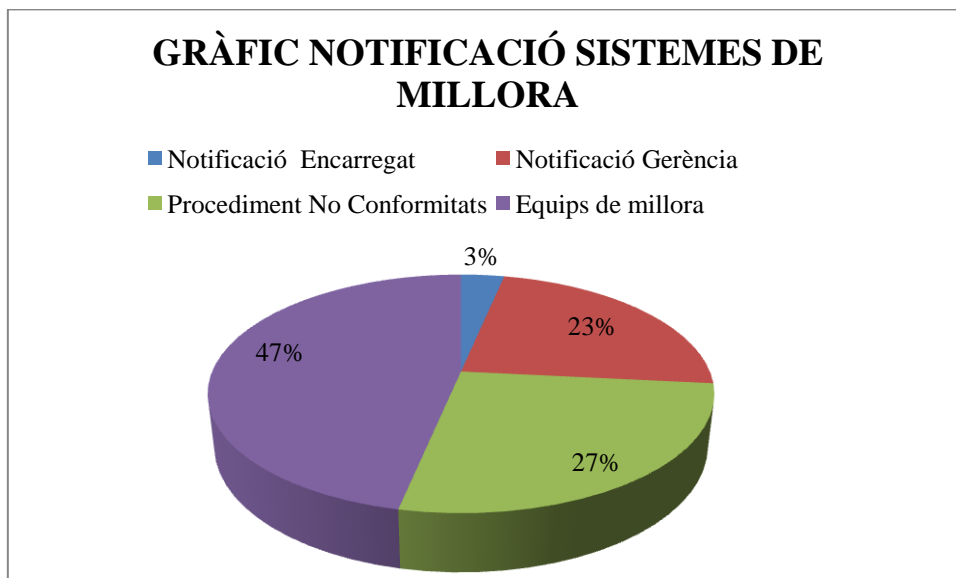
Dintre d'aquesta mateixa dimensió d'anàlisi de les operacions es va preguntar per el tema de la millora contínua, un dels elements clau en *lean manufacturing*. A la pregunta si l'empresa tenia implantat un sistema de millora contínua, el 50% dels enquestats van respondre que si, un 16,7 % en procés d'implantació i un 30 % va respondre que no tenia implantat cap sistema de millora contínua a la seva empresa (figura 106). Plantejant una prova d'hipòtesi de proporcions, podem afirmar (amb una confiança del 95%) que en la majoria de les empreses industrials catalanes de petita i mitjana dimensió la millora contínua està, com a mínim, en procés d'implantació. Per mitjà de taules de contingència (khi quadrat) s'ha comprovat que el grau d'implantació de la millora contínua no depèn del nivell de muda de processos ni tampoc del nivell de muda de qualitat manifestats per les empreses enquestades.

**Figura 106:** Gràfic Implantació sistema millora contínua. Font: Elaboració pròpia



D'acord amb les opcions donades sobre els mètodes més utilitzats per portar a terme tal millora, els equips de millora s'utilitzen en el 46,7% dels casos (figura 107). Les altres opcions proposades van obtenir un més baix percentatge d'utilització, els processos de no conformitat per la norma de qualitat ISO el 26,7%, la notificació a l'encarregat el 3,3% i la notificació a gerència el 23,3%. Ens trobem que, potser sense saber-ho, les empreses estan aplicant la millora contínua kaizen, un dels pilars de *lean manufacturing*.

**Figura 107:** Gràfic Notificació sistemes de millora. Font: Elaboració pròpia



Un altre dels temes inclosos en aquesta classificació va ser el grau de coneixement i utilització d'algunes de les tècniques proposades per la metodologia *lean*. Les tècniques examinades va ser SMED (Single Digit Minute Exchange of Die), TPM (Total Productive Maintenance), Les 5S, Six Sigma i la QFD (Quality Function Deployment). En referència al coneixement de les tècniques, en general eren bastant desconegudes per les empreses. Respecte a la seva aplicació, en el 100% dels casos la resposta va ser negativa, és a dir cap de les empreses enquestades feia ús d'alguna de les tècniques.

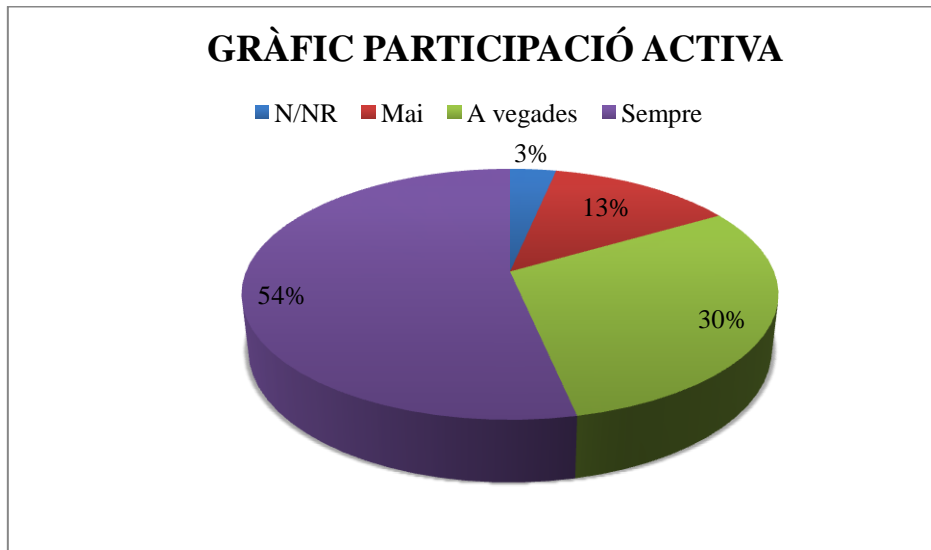
#### **6.4.2 Canvi Cultural**

Un dels principals obstacles per a la implantació d'una filosofia *lean* és la resistència al canvi per part de les persones que es veuen involucrades. Per tant, el canvi cultural pot ser un dels grans reptes per a que una organització accepti la implantació d'una nova manera de fer les coses. En la filosofia *lean* un dels aspectes més importants a considerar és el personal, des del punt de vista de l'aportació a la millora dels processos mitjançant la seva participació activa.

Aquesta dimensió pretén explorar el concepte de les empreses respecte al recurs humà. Els criteris analitzats en aquesta classificació van ser la participació activa en la millora dels processos i la formació del personal.

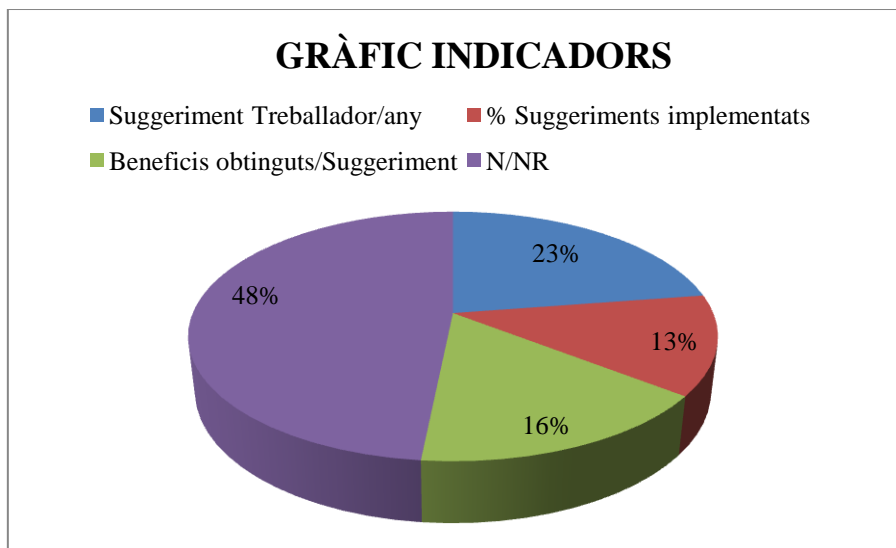
En referència al primer concepte es va preguntar a les empreses si els seus operaris s'involucraven en la millora dels processos mitjançant l'aportació de les seves idees d'acord a les observacions en el treball. En la figura 108 es pot observar que el 53,3% de les empreses reconeixen que els treballadors participen en aquesta millora, la qual cosa és coherent amb l'anterior resposta sobre els equips de millora. Plantejant una prova d'hipòtesi sobre proporcions, podem afirmar (amb un risc del 5%) que en la majoria de les empreses industrials catalanes es produeix la participació del personal en major o menor mesura en la millora contínua.

**Figura 108:** Gràfic Participació Activa. Font: Elaboració pròpia



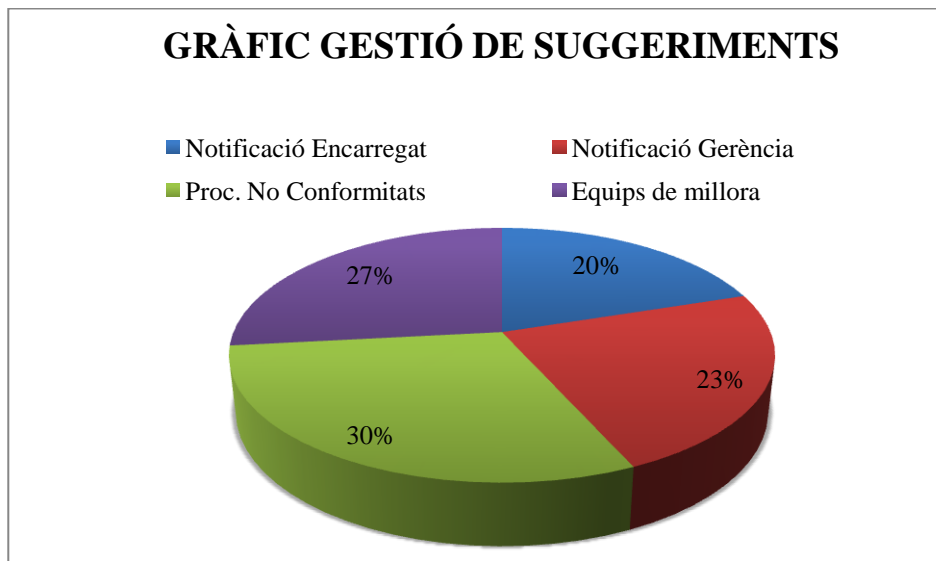
Després es va preguntar si tenien implantats alguns indicadors per fer el seguiment a aquestes aportacions, per exemple el nombre de suggeriments de treballadors per any, percentatge de suggeriments implantats i beneficis obtinguts de tals suggeriments. Un 52% de les empreses van respondre que en tenien algun d'implantat (la figura 109 mostra la distribució de les respostes) mentre que la resta d'empreses no ho havien considerat.

**Figura 109:** Gràfic Indicadors. Font: Elaboració pròpia



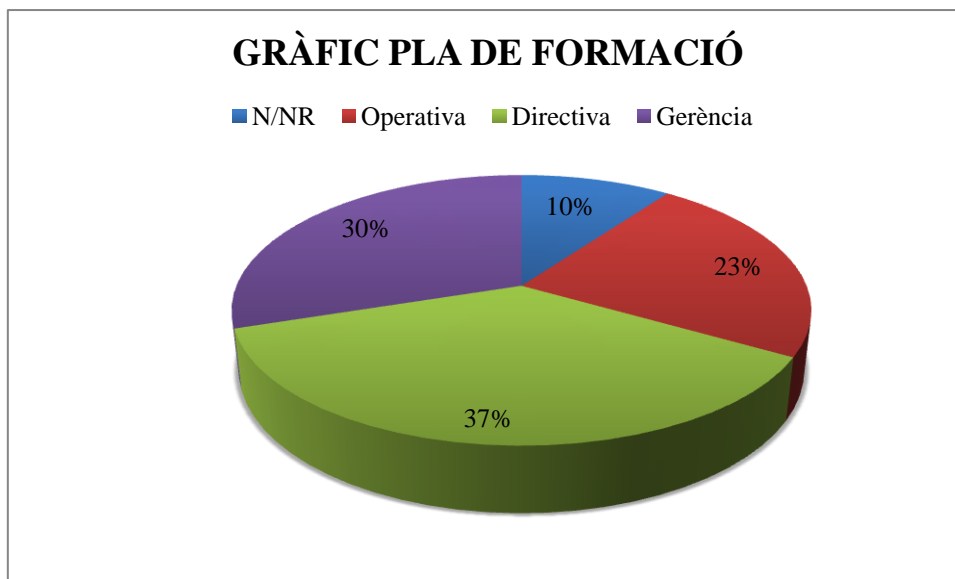
En la figura 110 es pot veure que els suggeriments dels treballadors eren gestionats en un 20 % dels casos per notificació a l'encarregat. Els grups de millora gestionaven els suggeriments en un 26,7%, la notificació al director en un 23,3% i mitjançant procediments de no conformitats en un 30%. En aquest cas, la resposta majoritària està vinculada a la metodologia del sistema de gestió de la qualitat, molt estesos entre les empreses.

**Figura 110:** Gràfic Gestió de Suggeriments. Font: Elaboració pròpia



Per poder introduir novetats con el *lean manufacturing* o la gestió ambiental, es necessària la formació dels diferents professionals que participen en l'empresa. Per saquets motiu, es va preguntar si existia un pla de formació a l'empresa i per a quin nivell de l'organigrama es considerava més important. La figura 111 dóna resposta a aquesta situació i deixa bastant clar que per a un 90% de les empreses la formació és un tema prioritari.

**Figura 111:** Gràfic Pla de Formació. Font: Elaboració pròpia



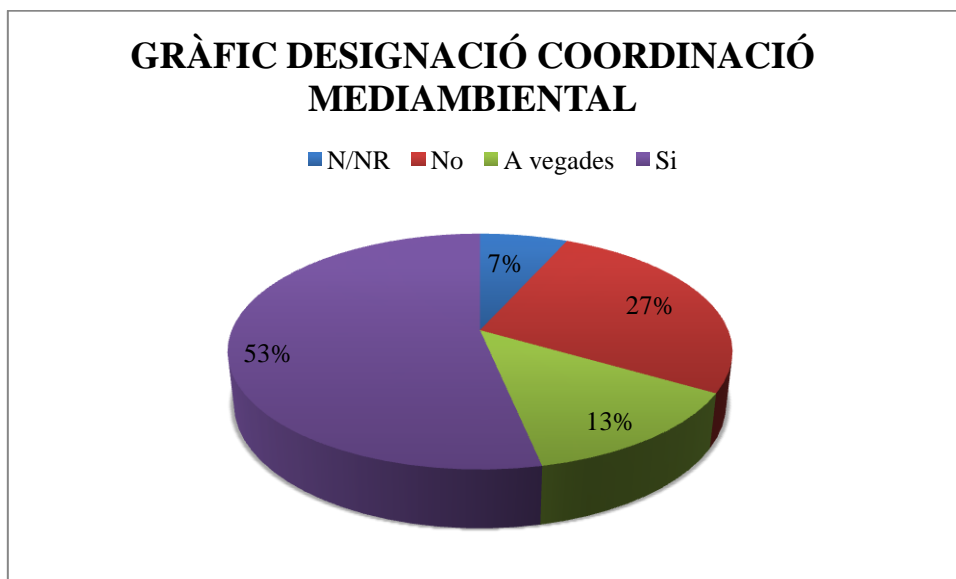
Discriminant per subgrups de treballadors, entre operatius, directius i de gerència, el subgrup operatiu va ser assenyalat en el 23,3% dels casos, el directiu 36,7 % i el de gerència el 30 %.

### 6.4.3 Gestió Mediambiental

Per tal d'avaluar l'existència de gestió ambiental dins de l'empresa, independentment de si l'empresa està més o menys avançada en el camí cap a la producció *lean*, es demana per l'existència d'un gestor o coordinador mediambiental, la qual cosa sol anar lligada a l'existència d'una certificació ambiental (tipus ISO 9001 o EMAS) però tampoc no és necessari que sigui així, de manera que simplement mostra la preocupació de l'empresa per la seva actuació respecte al medi ambient. Un 53,3% de les empreses enquestades (figura 112), responen que sí que tenen designat un gestor o coordinador mediambiental. En canvi un 26,7% de les empreses responen que no. Hi ha un 13% d'empreses que indica que aquesta figura només existeix de vegades. Amb els valors obtinguts, no podem provar estadísticament que la majoria d'empreses industrials catalanes disposi d'un responsable mediambiental, però podríem assegurar-ho per una tercera part de les empreses ( $z = 2,2$ ).

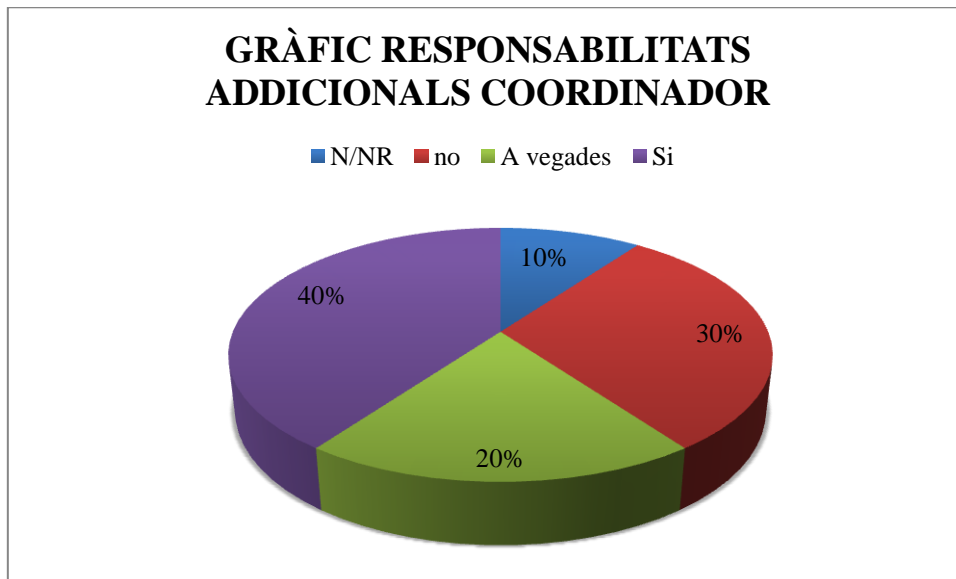
Si incloem les empreses on aquesta figura existeix en certes ocasions, trobem una proporció mostral de 0,667 (amb una desviació 0,086) la qual cosa ens confirma, amb una confiança del 95%, que en la majoria d'empreses de la població existeix una figura que fa funcions de responsable ambiental ( $z = 1,93$ ), per tant la majoria d'empreses compta amb recursos humans preparats per a poder aprofundir en la gestió ambiental.

**Figura 112:** Gràfic Designació Coordinació Mediambiental. Font: Elaboració pròpia



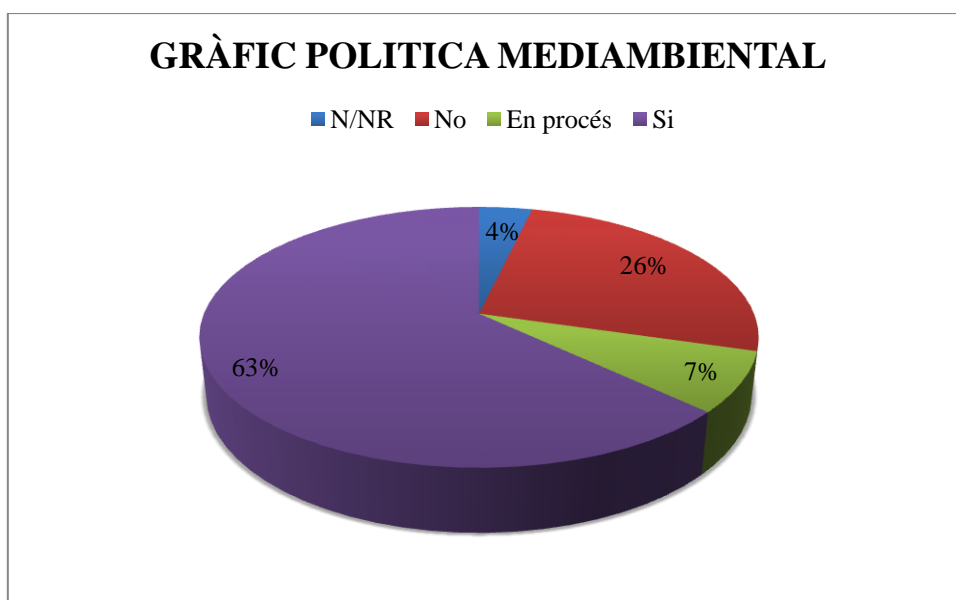
A la pregunta de si aquesta persona designada com a gestor o coordinador mediambiental també té la responsabilitat en temes de salut i seguretat, un 40% va respondre que sí, un 20% a vegades i un 30% va respondre que no (figura 113).

**Figura 113:** Gràfic Responsabilitats addicionals Coordinació Mediambiental. Font: Elaboració pròpia



En referència a si les empreses enquestades tenen una política mediambiental escrita, un 63% dels casos va respondre que si, un 7 % va respondre que estava en procés d'implantació i un 26 % va respondre que no (figura 114). Amb aquests valors, podem assegurar amb una confiança del 95% que la majoria d'empreses industrials catalanes tenen una política mediambiental ( $p = 0,633$ ,  $z = 3,31$ ).

**Figura 114:** Gràfic Política Mediambiental. Font: Elaboració pròpia



Amb una taula de contingència 2 x 2 es comprova, amb una confiança del 95%, que el fet de tenir coordinador ambiental no és independent de tenir una política de qualitat ( $X^2_{\text{calculada}} = 7,67$  i  $X^2_{\text{crítica}} = 3,84$  amb 1 grau de llibertat), ans al contrari: la majoria de les empreses que no tenen política de qualitat no tenen coordinador ambiental i la majoria de les que tenen política ambiental sí tenen responsable ambiental.

## 6.5. Model de regressió

Es pretén avaluar el fet que una empresa pugui ser *lean* a partir de les variables “ús d’indicadors”, “implantació de la millora contínua”, “implicació del personal” i “existència d’una política mediambiental” que són variables relacionades amb elements de gestió avançats i relacionats amb *lean manufacturing*. Degut a la natura de les variables, enlloc d’emprar la regressió lineal clàssica s’utilitza un model de regressió logística o logit. La variable dependent només pot prendre dos valors: l’empresa és *lean* (1) o no és *lean* (0). El model logit el que fa es calcular la probabilitat que l’empresa sigui *lean* a partir dels valors de les variables independents. Com a valors mesurats de la variable dependent, el que s’ha fet es mesurar quants tipus de mudes reconeixia l’empresa i si en reconeixia més de tres, se li ha assignat un 1. En cas contrari, se li ha assignat un zero. Setze empreses han estat classificades com a *lean* i 11 com a no *lean*.

Els coeficients per a les variables del model resulten ser:

- Terme independent: 0.775
- Ús d’indicadors: 0.526
- Implantació de la millora contínua: -0.111
- Implicació del personal: -0.571
- Política ambiental: 0.063

Malauradament, una prova de khi quadrat ( $X^2_{\text{calculada}} = 1,29$  amb 4 graus de llibertat) sobre els coeficients del model ens diu que aquest no és significatiu (amb un nivell del 5%)

Per a 27 dades vàlides, el model ha determinat:

- Per a 14 empreses a les quals s’assignava la categoria de *lean*, el model les ha confirmat com a *lean*, mentre que per a 2 empreses que es classificaven com a *lean* el model les ha classificat com a no *lean*.
- Per a 8 empreses que es classificaven com a no *lean*, el model les ha classificat com a *lean*, i 3 que es classificaven com a no *lean* han estat confirmades com a no *lean*.

Per tant, la precisió mitjana ha estat del 63% i hem d’admetre que el model no explica bé els valors de la variable dependent.



# **CAPÍTOL 7**

## **CONCLUSIONS**

---

## 7. Conclusions

### 7.1 Conclusions de la revisió sistemàtica

La primera conclusió que s'obté és que existeixen molts treballs sobre l'impacte del *lean manufacturing* i la gestió ambiental sobre els resultats empresarials en prestigioses revistes d'investigació, del que es dedueix l'interès d'aquestes temàtiques. A més a més l'interès no ha decaïgut: la seva intensitat de publicació ha fluctuat amb el pas del temps però segueixen sent objecte d'estudi i a més són temes que atrauen l'interès d'investigadors espanyols (per exemple Martínez-Jurado i Moyano-Fuentes, 2014; Paipa-Galeano *et al.*, 2011). S'han obtingut resultats de diverses característiques, en tot tipus de sectors industrials, demostrant que els resultats depenen de les variables escollides i del model analitzat. La manca de conclusions clares també justifica la continuïtat dels estudis al llarg dels anys i de l'aparició periòdica de revisions bibliogràfiques i metanàlisis. S'ha comprovat que la comptabilitat tradicional no reflexa els resultats dels sistemes de producció *lean* (Ruiz i Díaz, 2009). En el cas ambiental, els resultats més clars corresponen a l'estudi de successos concrets (*events*, en anglès) a on es pot mesurar l'impacte d'un determinat esdeveniment (per exemple, una certificació mediambiental) (Cañón i Garcés, 2006). En general, les conseqüències de qualsevol eina de gestió no es traslladen immediatament al compte de resultats donat que el sistema empresa és molt complex. Tampoc es compleix la condició *ceteris paribus* i són molts els aspectes de l'entorn empresarial (Kinney i Wempe, 2002) que poden influir sobre els resultats. La conclusió més clara és que ambdós sistemes poden impulsar la competitivitat de l'empresa, però per això s'han de considerar part de la estratègia de l'empresa, doncs unes activitats superposades solament poden redundar en sobre costos, falta de motivació i falta de credibilitat.

La següent conclusió, seguint a (Brown *et al.*, 2014), és que l'empresa que desitgi arribar a ser sostenible en tots els seus àmbits precisa de productes sostenibles i de processos sostenibles per als quals no pot conformar-se amb tècniques tradicionals que solament persegueixen la minimització del cost a curt termini. Ha de buscar eines que contemplin també indicadors de sostenibilitat mediambiental i social. Les eines de la filosofia *lean* persegueixen la reducció del malbaratament, entenent com a tal el consum innecessari de recursos de tot tipus, incloent materials, treball, maquinària i inclòs el temps o l'espai ocupat. Si es redueix el consum, augmenta la productivitat o eficiència i es redueix el cost però també comporta la reducció de l'impacte ambiental, estalviant recursos. Per exemple, aplicant TPM, es pot re-dissenyar un procés de soldadura per a que consumeixi menys electricitat i generi menys residus. A partir d'aquí, la recepta sembla ser reavaluar processos constantment i millorar-los. Aquest model sinèrgic *Lean and Green* es comença a estudiar cap a la meitat de la dècada dels 90. Entre les investigadors, destaquen els nord-americans, doncs a Estats Units va sorgir l'interès primer per el *lean manufacturing* i després per el model *Lean and Green*. La presència d'espanyols en proporció rellevant posen de manifest que el tema té un interès a Espanya i que es realitzen treballs de qualitat.

La seva evolució ha sigut erràtica però recentment la revista *International Journal of Cleaner Production*, especialitzada en temes mediambientals, li ha dedicat un monogràfic, el que és indicador de la supervivència del tema.

Encara quan Toyota, empresa a on es va originar el JIT, sempre ha defensat les sinergies entre ambdós sistemes de gestió (Toyota Motor Corporation, 1998), els resultats dels treballs empírics han sigut de signe divers, en funció dels indicadors presos per avaluar el nivell de compromís de l'empresa amb la gestió *lean* i la gestió mediambiental. A més a més, cada empresa és diferent (s'ha experimentat amb tot tipus de sectors i en diferents països del món) i en alguns processos el freqüent canvi de sèrie promogut per la metodologia *lean* pot suposar un consum energètic major que la fabricació tradicional (Sawhney *et al.*, 2007). Per tant, la relació entre ambdós sistemes de gestió hauria de ser detallada per cada tipus de procés productiu.

La manca d'evidències estadístiques, o inclòs les evidències de signe negatiu, tampoc permeten globalitzar la manca de sinèrgies entre ambdós sistemes de gestió. En tot cas són indicadors de que l'empresa no ha pogut obtenir sinèrgies. Com en l' implantació de qualsevol sistema de gestió, una futura línia d'investigació seria l'anàlisi dels factors que faciliten (Soltero i Waldrip, 2002) i els que impedeixen aquestes sinèrgies. A priori, entre els negatius podrien estar el que els dos sistemes corresponen a departaments diferents o que l'empresa ha realitzat solament una implantació parcial o superficial. El factor humà sembla ser l'element determinant del resultat. *Lean management* es basa en l' implicació del personal a tots els nivells i això ha de afavorir la millora continua en tots els aspectes. A pesar d'això, hi ha veus crítiques que vinculen al sistema *lean* amb l' explotació del treballador.

El model *Lean and Green* s'ha estudiat abundantment. Tot i que, hi ha forces menys estudis sobre la relació entre *Lean and Green* i els resultats empresarials (Yang *et al.*, 2011; Sartal *et al.*, 2012). Si és difícil demostrar els resultats del sistema *lean* o de la gestió ambiental i igualment és complex avaluar les relacions entre la gestió *lean* i les practiques ambiental a l'empresa, major és la dificultat d'estudiar l'efecte sinèrgic del *Lean and Green* sobre els resultats. Es detecta un buit en la investigació entre la filosofia *lean* i les seves eines, la sostenibilitat (mediambiental i social) i la rendibilitat empresarial (sostenibilitat econòmica).

Mentre una eina *lean* com VSM s'ha estudiat per a poder-la relacionar amb els objectius de la sostenibilitat (Mason, 2008; Faulkner i Badurdeen, 2014; Brown *et al.*, 2014; Marimin *et al.*, 2014; Chiarini, 2014), no s'han trobat treballs científics sobre la relació entre TPM i sostenibilitat (mediambiental, social –doncs també podria incloure la motivació o la seguretat dels treballadors- i econòmica). Les iniciatives per a la persecució de les tres facetes de la sostenibilitat, bé podria qualificar-se de practiques de RSC, amb el qual l'objectiu d'estudi passaria a ser la relació entre *lean* i RSC. Per al seu estudi, podria aplicar-se el sistema de esdeveniments per a veure el resultat a curt termini de projectes concrets o una investigació estadística més profunda que obligaria a desenvolupar i correlacionar indicadors genèrics.

Donat que, com s'ha vist, existeix la tendència a creuar els murs de les empreses i analitzar la cadena de subministrament, també hauria d'estudiar-se l'extensió a TPM a proveïdors, distribuïdors i clients.

## 7.2 Conclusions a nivell Internacional en base a l'enquesta IMSS VI

A continuació es presenten les tres principals conclusions a les que s'ha arribat al llarg de la tesi doctoral.

### Hipòtesi 1: La producció *lean* està positivament relacionada amb el rendiment operacional

Els resultats del treball de camp realitzat en el capítol anterior mostren que per a les empreses no *lean* la única variable que té un impacte positiu (puntuació mitjana superior a 3) de les 12 analitzades, és la "flexibilitat per volum". Per a la resta de variables la valoració ha sigut negativa (inferior a 3).

Realitzant l'anàlisi d'associació i contingència mitjançant el coeficient d'Spearman per a empreses no *lean*, podem observar que la intensitat d'associació entre la "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" és significativament intensa. Es verifica també una associació moderada entre les variables "qualitat del client" i "qualitat i disseny del producte", "qualitat i disseny del producte" i "fiabilitat en les entregues" i "rapidesa en les entregues" i "temps de fabricació".

Pel que fa a les empreses *lean* podem observar que la variable "flexibilitat per volum" és la que ha obtingut també la puntuació mitjana més elevada juntament amb "qualitat i disseny del producte" (3,1229 i 3,1006 respectivament). Les variables "flexibilitat mix", "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" també han obtingut una valoració positiva (superior a 3), mentre que "qualitat del client" ha tingut un impacte neutre (igual a 3). La puntuació per a la resta de variables ha sigut negativa.

En aquest cas, no hem pogut observar una intensitat d'associació significativament intensa entre cap variable però hem pogut verificar una associació moderada entre la "qualitat del client" i "qualitat i disseny del producte", "flexibilitat per volum" i "flexibilitat mix" i "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues".

Per a les empreses *lean* avançades les variables "qualitat i disseny del producte" i "flexibilitat per volum" han obtingut la puntuació més alta dels 12 ítems analitzats (3,4370). També han tingut un impacte positiu les variables "fiabilitat en les entregues", "qualitat del client", "flexibilitat mix", "rapidesa en les entregues" i "habilitat de personalització del producte". D'aquí és pot deduir que les empreses *lean* avançades que han implantat aquestes variables han percebut millores en el rendiment operacional.

La valoració per a la resta de variables en entorns *lean* avançats ha sigut negativa. (inferior a 3).

Al contrastar l'associació entre els ítems del rendiment operacional per a empreses *lean* avançades, es pot observar que no hi ha cap associació intensa o perfecte entre les diferents variables. Es verifica una associació moderada entre la “qualitat del client” i “qualitat i disseny del producte”, “flexibilitat per volum” i “flexibilitat mix”, “rapidesa en les entregues” i “fiabilitat en les entregues”, “cost unitari del producte” i “costos per comanda”, “cost unitari del producte” i “temps de fabricació”, “temps de fabricació” i “temps d'aprovisionament”.

Si observem la evolució de l'indicador sintètic maduresa *lean* global per les empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades, podem veure que aquesta és de caràcter ascendent (2,6963, 2,8236 i 3,0714 respectivament) però només les empreses *lean* avançades han percebut un impacte positiu.

Realitzant el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables excepte per la variable “temps de fabricació”, hem pogut prendre la decisió de rebutjar la hipòtesi nul·la i així poder afirmar que hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat.

Finalment, realitzant la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats hem pogut veure que per a les empreses no *lean* i *lean*, les variables qualitat del client, rapidesa en les entregues i costos per comanda el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió per a aquestes tres variables és refusar la hipòtesi nul·la i concloure doncs que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* són significatives.

Per a la resta de variables, el valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió a prendre en aquests cas és refusar la hipòtesi alternativa y concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* és zero.

Pel que fa a les empreses *lean* i *lean* avançades la estimació de les medianes per a la diferència de les dues poblacions és zero en tots els casos. Per a totes les variables analitzades el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

A la taula 79 podem observar un resum de les conclusions a les quals hem arribat en el nostre estudi sobre la relació entre el *lean manufacturing* i el rendiment operacional.

**Taula 79:** Resum relació lean manufacturing i rendiment operacional

<b>Empreses</b>	<b>Aspectes rellevants</b>	<b>Conclusió</b>
No lean	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La variable flexibilitat per volum és la única que té un impacte positiu.</li> <li>- La intensitat d'associació entre la variable "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" és significativament intensa.</li> </ul>	L'impacte és <u>negatiu</u> ja que l'indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és inferior a 3.
Lean	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La variable "flexibilitat per volum" és la que ha obtingut també la puntuació mitjana més elevada juntament amb "qualitat i disseny del producte". Les variables "flexibilitat mix", "rapidesa en les entregues" i "fiabilitat en les entregues" també han obtingut una valoració positiva, mentre que "qualitat del client" ha tingut un impacte neutre. L'impacte per a la resta de variables ha sigut negatiu.</li> <li>- No hem pogut observar una intensitat d'associació significativament intensa entre cap variable</li> </ul>	L'impacte és <u>negatiu</u> ja que l'indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és inferior a 3.
Lean avançades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variables "qualitat i disseny del producte" i "flexibilitat per volum" han obtingut la puntuació més alta dels 12 ítems analitzats. També han tingut un impacte positiu les variables "fiabilitat en les entregues", "qualitat del client", "flexibilitat mix", "rapidesa en les entregues" i "habilitat de personalització del producte". L'impacte per a la resta de variables ha sigut negatiu.</li> <li>- No hem pogut observar una intensitat d'associació significativament intensa entre cap variable.</li> </ul>	L'impacte és <u>positiu</u> ja que l'indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.

Hipòtesi 2: La producció lean està positivament relacionada amb el rendiment empresarial

Analitzant els resultats obtinguts de la relació entre la producció *lean* i el rendiment empresarial mitjançant un seguit de variables per a les empreses no *lean*, podem observar que "posició en la cadena de subministrament" ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (4,034). Les variables "característiques del mercat" i "mida del mercat" han obtingut una puntuació de 3,429 i 3,1102 respectivament. D'aquí es pot deduir que les empreses no *lean* que han implantat aquestes tres variables han percebut millores en el rendiment empresarial.

En canvi la mitjana observada per a les variables “vendes” i “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns *no lean*, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

Realitzant l’anàlisi d’associació i contingència mitjançant el coeficient d’Spearman per a empreses *no lean*, podem veure que la intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la. Les variables “ROS” i “mida de mercat” són els únics ítems que s’aproximen a una intensitat d’associació dèbil.

Pel que fa a les empreses *lean* podem observar que la variable “Posició en la cadena de subministrament” també ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (3,9497). Les variables “característiques del mercat” i “mida del mercat” també han obtingut una puntuació positiva (3,5028 i 3,1955 respectivament).

En canvi la mitjana observada per a les variables “vendes” i “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquests ítems en entorns *lean*, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

En aquest cas, la intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la. Les variables “característiques del mercat” i “posició en la cadena de subministrament” són els únics ítems que s’aproximen a una intensitat d’associació dèbil.

Podem observar que per a les empreses *lean* avançades la variable “Posició en la cadena de subministrament” ha obtingut la puntuació més alta dels 5 ítems descrits (4,000). Les variables “característiques del mercat”, “mida del mercat” i “vendes” han obtingut un impacte positiu (superior a 3). En canvi la mitjana observada per a la variable “ROS” és inferior a 3, el que significa que les empreses que han implantat aquest ítems en entorns *lean* avançats, no han percebut una millora en el rendiment empresarial.

Al contrastar l’associació entre els ítems del rendiment empresarial per a empreses *lean* avançades mitjançant el coeficient rho d’Spearman, la intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la excepte pel que fa a l’associació entre les variables “vendes” i “ROS” les quals presenten una intensitat d’associació dèbil.

Si observem la evolució de l’indicador sintètic maduresa *lean* global per les empreses *no lean*, *lean* i *lean* avançades, podem veure que aquesta és de caràcter ascendent (3,1575, 3,2402 i 3,3908 respectivament). En aquest cas, totes les empreses han percebut un impacte positiu.

Realitzant el test de Kruskal-Wallis per a les variables vendes i mida de mercat ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives. No podem concloure el mateix per a les variables ROS, característiques del mercat i posició en la cadena de subministrament, a on acceptem la hipòtesi nul·la de que no hi ha diferències entre els grups *no lean*, *lean* i *lean* avançat.

Finalment, realitzant la prova de Mann-Withney per als grups *no lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats hem pogut veure que per a les empreses *no lean* i *lean*, la decisió a prendre en aquest cas és refusar la hipòtesi alternativa i concloure que les diferències entre les variables vendes i mida de mercat no són significatives.

Pel que fa a les empreses *lean* i *lean* avançades per a les variables analitzades el valor *p* és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

A la taula 80 podem observar un resum de les conclusions a les quals hem arribat en el nostre estudi sobre la relació entre el *lean* i el rendiment empresarial.

**Taula 80:** Resum relació *lean* i rendiment empresarial

<b>Empreses</b>	<b>Aspectes rellevants</b>	<b>Conclusió</b>
No lean	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variables “posició en la cadena de subministrament”, “característiques del mercat” i “mida del mercat” han tingut un impacte positiu. L’impacte per a la resta de variables ha sigut negatiu.</li> <li>- La intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la.</li> </ul>	L’impacte és <u>positiu</u> ja que l’indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.
lean	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variables “Posició en la cadena de subministrament”, “característiques del mercat” i “mida del mercat” han obtingut una puntuació positiva. En canvi la mitjana observada per a les variables “vendes” i “ROS” és inferior a 3.</li> <li>- La intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la.</li> </ul>	L’impacte és <u>positiu</u> ja que l’indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.
lean avançades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variables “Posició en la cadena de subministrament, “característiques del mercat”, “mida del mercat” i “vendes” han obtingut un impacte positiu. En canvi la mitjana observada per a la variable “ROS” és inferior a 3.</li> <li>- La intensitat d’associació entre totes les variables és escassa o nul·la.</li> </ul>	L’impacte és <u>positiu</u> ja que l’indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.



### Hipòtesi 3: La producció *lean* està positivament relacionada amb la gestió mediambiental

Els resultats del treball de camp realitzat en el capítol anterior mostren que per a les empreses no *lean* la variable “pressions mediambientals” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,144). D’aquí és pot deduir que les empreses no *lean* que han implantat aquesta variable han percebut millores en la gestió mediambiental.

En canvi la mitjana observada per a les variables “certificacions mediambientals” i “reducció d’emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és inferior a 3.

Existeixen motivacions internes i externes per portar a terme practiques mediambientals. Com a externes podem destacar: normatives, valors socials i controladors de mercat. Com a motivacions internes podem destacar: estratègies, cultura empresarial i recursos basics.

Realitzant l’anàlisi d’associació i contingència mitjançant el coeficient d’Spearman per a empreses no *lean* , podem veure que la intensitat d’associació entre les variables “pressions mediambientals” i “certificacions mediambiental” i “certificacions mediambiental” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil, mentre que la intensitat d’associació entre “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és escassa o nul·la.

Pel que fa a les empreses *lean* podem observar que la variable “pressions mediambientals” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,3464). La variable “certificacions mediambientals” ha obtingut una puntuació de 3,006. D’aquí és pot deduir que les empreses *lean* que han implantat aquestes dues variables han percebut millores en la gestió mediambiental.

En canvi la mitjana observada per a la variable “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és inferior a 3 (impacte negatiu).

En aquest cas, la intensitat d’associació entre les variables “pressions mediambientals” i “certificacions mediambientals” i “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil. En canvi la intensitat d’associació entre les variables “certificacions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és moderada.

Podem observar que per a les empreses *lean* avançades la variable “Certificacions mediambientals” ha obtingut la puntuació més alta dels 3 ítems descrits (3,7983). Les variables “pressió mediambiental” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” han obtingut una puntuació de 3,5042 i 3,5630 respectivament. D’aquí es pot deduir que les empreses *lean* avançades que han implantat aquestes variables han percebut millores en la gestió mediambiental.

Al contrastar l’associació entre els ítems de la gestió mediambiental, mitjançant el coeficient rho d’Spearman per a empreses *lean* avançades, la intensitat d’associació entre les variables “pressions mediambientals” i “certificacions mediambiental” és escassa o nul·la, mentre que la intensitat d’associació entre “pressions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” i “certificacions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és dèbil.

Si observem la evolució de l’indicador sintètic ambiental per les empreses no *lean*, *lean* i *lean* avançades, podem veure que aquesta és de caràcter ascendent (2,8531, 3,0801 i 3,6218 respectivament). En aquest cas, les empreses *lean* i *lean* avançades han percebut un impacte positiu, mentre que les empreses no *lean* han percebut un impacte negatiu.

Com es pot veure en el test de Kruskal-Wallis per a totes les variables, el valor crític per a un nivell de significació del 0,05 que trobem a la taula de khi-quadrat amb 2 graus de llibertat és 5,9915. Aquest valor, queda per sota de l’estadístic de prova H en el cas de totes les variables, per tant, rebutgem la hipòtesi nul·la i podem afirmar que en tots els casos hi ha diferències entre els grups no *lean*, *lean* i *lean* avançat. Amb un nivell de confiança desitjat del 95 % (significació  $\alpha = 0,05$ ), s’obté un p-valor  $\leq \alpha$ , el que ens confirma que les diferències entre algunes de les mitjanes són estadísticament significatives.

Finalment, realitzant la prova de Mann-Whitney per als grups no *lean* i *lean* i posteriorment per als grups *lean* i *lean* avançats hem pogut veure que per a les empreses no *lean* i *lean*, per a les tres variables analitzades, el valor p és major que el nivell de significació de 0,05, la decisió a prendre en aquest cas és refusar la hipòtesi alternativa i concloure que les diferències entre les empreses no *lean* i les empreses *lean* no són significatives.

Pel que fa a les empreses *lean* i *lean* avançades per a les variables analitzades el valor p és menor que el nivell de significació de 0,05, la decisió és refusar la hipòtesi nul·la i concloure que les diferències entre les empreses *lean* i les empreses *lean* avançades són significatives.

A la taula 81 podem observar un resum de les conclusions a les quals hem arribat en el nostre estudi sobre la relació entre el *lean* i la gestió mediambiental.

**Taula 81:** Resum relació *lean* i la gestió mediambiental

<b>Empreses</b>	<b>Aspectes rellevants</b>	<b>Conclusió</b>
<i>No lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La variable “pressions mediambientals” és la única variable que ha tingut un impacte positiu.</li> <li>- La intensitat d’associació entre totes les variables és dèbil, escassa o nul·la.</li> </ul>	L’impacte és <u>negatiu</u> ja que l’indicador sintètic ambiental és inferior a 3.
<i>Lean</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les variables “pressions mediambientals” i “certificacions mediambientals” han tingut un impacte positiu. En canvi la mitjana observada per a la variable “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és inferior a 3.</li> <li>- La intensitat d’associació entre les variables “certificacions mediambientals” i “reducció de les emissions de contaminants i programes de reciclatge de residus” és moderada. Per a la resta de variables la intensitat d’associació és dèbil.</li> </ul>	L’impacte és <u>positiu</u> ja que l’indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.
<i>Lean avançades</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Totes les variables analitzades han tingut un impacte positiu.</li> <li>- La intensitat d’associació entre totes les variables és dèbil, escassa o nul·la.</li> </ul>	L’impacte és <u>positiu</u> ja que l’indicador sintètic maduresa <i>lean</i> global és superior a 3.

### 7.3 Conclusions sector industrial Català

Les conclusions es presenten utilitzant com a fil conductor de les 4 hipòtesis proposades per al seu desenvolupament, relacionant-les d’aquesta manera amb els resultats obtinguts. S’exposen a més a més en aquest capítol les implicacions pràctiques i aportacions derivades de l’estudi i es proposen noves línies d’investigació.

Hipòtesi 4: Les empreses del sector industrial Català desconeixen la filosofia *lean* i les tècniques i pràctiques que aquesta recomana. Tot i així algunes característiques inherents al procés i al tipus de producte recolzen alguns dels principis *lean*.

Mitjançant l’estudi es va poder observar entre el sector industrial Català un desconeixement general al voltant de la filosofia *lean*, les seves tècniques i eines.

Solament entre les grans empreses es va detectar un coneixement d'algunes tècniques i pràctiques. D'altre banda, és important remarcar que cada empresa tenia clar que en la gestió del dia a dia, certes tasques o activitats solament addicionaven cost al producte final i que per tant, era necessari minimitzar-les.

En quant a les eines *lean*, eren pràcticament desconegudes, el qual no significa que no utilitzessin algunes tècniques diferents a les proposades en àrees com el manteniment i la qualitat.

En la dimensió d'anàlisi de les operacions del model utilitzat i en relació amb la hipòtesi 1 proposada es pot concloure:

-Analitzant els malbarataments en la producció, podem observar que en variables com la sobreproducció, excés de matèries primeres, defectes incontrolables i manca de qualitat en el producte, manca un compromís més clar de les empreses, traduït en accions concretes i de cara a eliminar o minimitzar el malbaratament.

Realitzant la hipòtesi de proporcions per a una mostra única, podem observar que només dues empreses de la mostra afirmen no patir mai cap d'aquests malbarataments, mentre que un 63,3% admet patir-ne, ni que sigui ocasionalment, més de la meitat. No obstant, aquest valor ( $z = 1,51$ ) no ens permet rebutjar la hipòtesi nul·la ( $H_0: p \leq 0.5$ ) i per tant entenem que menys de la meitat de les empreses de la població no són conscients de patir aquests malbarataments (o realment no els pateixen, però sabem que això és molt improbable perquè fins i tot les empreses més avançades en la metodologia *lean manufacturing* basen el seu dia a dia en la millora continua).

-En quan al càlcul i seguiment d'indicadors, el 83,3% utilitza els indicadors clàssics de productivitat.

Plantejant una prova d'hipòtesi de proporcions, podem afirmar (amb una confiança del 95%) que en la majoria de les empreses industrials catalanes de petita i mitjana dimensió la millora contínua està, com a mínim, en procés d'implantació. Per mitjà de taules de contingència (khi quadrat) s'ha comprovat que el grau d'implantació de la millora continua no depèn del nivell de muda de processos ni tampoc del nivell de muda de qualitat manifestats per les empreses enquestades.

-La millora continua es portada a terme per el 66,7% de les empreses, sobretot mitjançant els procediments d'equips de millora.

Ens trobem que, potser sense saber-ho, les empreses estan aplicant la millora continua kaizen, un dels pilars de *lean manufacturing*.

Hipòtesi 5: El concepte de valor és aplicat per les empreses del sector industrial Català en el desenvolupament dels seus processos, tot i que desconeixen el terme.

El concepte teòric sobre el valor no és clar en general entre les empreses del sector industrial, però és evident que eviten incidir en aspectes considerats com a malbarataments. Un elevat percentatge, no el coneixen per el seu nom però consideren que ho apliquen. Mitjançant el comentaris oberts es va detectar que evitaven les operacions o processos que no agreguessin valor al producte. Els encarregats d'analitzar els processos són conscients que algunes activitats concretes com el transport de materials o productes o la sobreproducció poden arribar a significar costos que el client no està disposat a pagar. Alguns dels comentaris més rellevants en torn al concepte de valor van ser que ho aplicaven perquè era la manera de treballar per evitar sobre costos i era de sentit comú.

Hipòtesi 6: La adopció de processos estàndards, medi ambient i la traçabilitat ajuda a reduir la complexitat en la variació de productes i processos.

Es tenen evidències objectives per afirmar aquesta hipòtesi, donat que les normatives en traçabilitat i medi ambient ajuden a reduir la complexitat en la variació de productes i processos. El 90% de les empreses gestionen el tema del medi ambient i gaire bé el 100% el tema de la traçabilitat.

Hipòtesi 7: El recurs humà és un factor important per a les empreses industrials Catalanes i per tant s'involucra en la millora dels processos.

Existeixen evidències per refutar aquesta hipòtesi. Les empreses enquestades van exposar que entre els principals factors que dificultaven la integració del personal en la millora de processos esta el seu nivell de formació. En general totes les empreses van exposar la seva preocupació per problemes d'absència laboral i baix perfil. Un percentatge força elevat reconeixen que realitzen seguiment a les aportacions mitjançant indicadors.

# REFERÈNCIES

---

## Referències

Achanga P, Shehab E, Roy R, et al. “Critical success factors for lean implementation within SMEs”. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2006. Vol. 17-4 p.460-471. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17410380610662889>

Aguado S, Álvarez R, Domingo R. “Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation”. *Journal of Cleaner Production*. May 2013. Vol.47 p.141-148. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.048>

Ahmad A, Mehra S, Pletcher M. “The perceived impact of JIT implementation on firms’ financial/growth performance”. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2004. Vol. 15-2 p. 118-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09576060410513715>

Albertini E, “Does environmental management improve financial performance? A meta-analytical review”. *Organization and Environment*. December 2013. Vol. 26, P.431–457 DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/1086026613510301>

Alles M, Datar SM, Lambert RA. “Moral hazard and management control in just-in-time settings” *Journal of Accounting Research*. 1995. Vol.33(Supplement) p.177–204. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2491381>

Al-Tuwajri S, Christensen TE, Hughes II KE. “The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach”. *Accounting, Organizations and Society*. July-August 2004. Vol 29-5/6 p.447–471. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0361-3682\(03\)00032-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0361-3682(03)00032-1)

Álvarez-Gil M, De Burgos-Jiménez J, Céspedes-Lorente J. “An analysis of environmental management, organizational context and performance of Spanish hotels”. *Omega*. 2001. Vol. 29-6 p.457-471. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483\(01\)00033-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-0483(01)00033-0)

Anderson RH, Needles Jr BE, Caldwell JCJ. *Management Accounting*. Boston: Houghton Mifflin Co, 1989. 800p.

Ann G, Zailani S, Wahid N. “A study on the impact of environmental management system (EMS) certification towards firms’ performance in Malaysia”. *Management of Environmental Quality*. 2006. Vol.17-1 p.73-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/14777830610639459>

Aragón-Correa, JA. *Empresa i Medio Ambiente*. Ed. Comares. 1998.

Aragón-Correa J, Rubio-López E. “Proactive corporate environmental strategies: myths and misunderstandings”. *Long Range Planning*. June 2007. Vol.40-3 p.357-381. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lrp.2007.02.008>

Avittathur B, Swamidass P. “Matching plant flexibility and supplier flexibility: lessons from small suppliers of U.S. manufacturing plants in India”. *Journal of Operations Management*. April 2007. Vol. 25-3 p.717–735. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2006.05.015>

Balakrishnan R, Linsmeier TJ, Venkatachalam M. “Financial benefits from JIT adoption: effects of customer concentration and cost structure”. *The Accounting Review*. April 1996. Vol.71-2 p.183–205.

Barth ME, McNichols ME. “Estimation and market valuation of environmental liabilities relating to superfund sites”. *Journal of Accounting Research*. 1994. Vol.32 Supplement *Studies on Accounting, Financial Disclosures, and the Law*, p.177–209. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2491446>

Bateman N, David A. “Process improvement programmes: a model for assessing sustainability”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2002. Vol.22-5 p.515-526. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210425156>

Bateman N. “Sustainability: the elusive element of process improvement”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2005. Vol. 25-3 p. 261-276. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570510581862>

Bateman N. *Sustainability: a Guide to Process Improvement*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2001. 24p.

Bennett SJ, Freierman R, George S. *Corporate Realities & Environmental Truths: strategies for leading your business in the environmental era*. New York: John Wiley & Sons, 1993.

Bergmiller GG. *Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing: Correlating the Diffusion of Lean and Green Manufacturing Systems*. PhD Dissertation. University of South Florida. October, 2006. 295p.

Besseris GJ, Kremmydas AT. “Concurrent multi-response optimization of austenitic stainless steel surface roughness driven by embedded lean and green indicators”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.293-305. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.074>



Bhasin S. “Lean and performance measurement”. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2008. Vol.19-5 p.670-684. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17410380810877311>

Bhat VN. “Does environmental compliance pay?”. *Ecotoxicology*. August 1998. Vol.7-4 p.221–225. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008938811813>

Biazzo S, Panizzolo R. “The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker’s perspective”. *Integrated Manufacturing Systems*. 2000. Vol.11-1 p. 6-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09576060010303622>

Bicheno J. *The Lean Toolbox* (2 edition), Buckingham (UK): PICSIE Books, UK.2000.

Biggart TB. *The effects of just-in-time inventory system adoption on firm performance*. Thesis (Ph. D.). Tallahassee: The Florida State University, 1997. 242p.

Blank HD, Daniel WE. *The eco-efficiency anomaly*. New York: Quantitative Evaluation & Development International. June 2002. 19p.

Bonavía-Martín T, Marín-García JA. “Producción ajustada y recursos humanos: Resultados sobre la efectividad empresarial”. *Revista Europea de Direccion y Economia de la Empresa*. 2010. Vol.19-4 p.117-134.

Botero, PA. *Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad*. Gestión & Sociedad. 2010. p.75-88.

Brown A, Amundson J, Badurdeen F. “Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies” . *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.164-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.101>

Browning TR, Heath RD. “Reconceptualizing the effects of lean production costs with evidence from the F-22 program”. *Journal of Operations Management*. January 2009. Vol.27-1 p. 23-44. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2008.03.009>

Busch T, Hoffmann VH. “How hot is your bottom line? Linking carbon and financial performance”, *Business Society*. June 2011. Vol.50-2 p.233–265. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0007650311398780>

Callen JL, Fader C, Krinsky I. “Just-in-time: a cross-sectional plant analysis”. *International Journal of Production Economics*. January 2000. Vol.63-3 p.277–30. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273\(99\)00025-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0925-5273(99)00025-0)

Cañón J, Garcés C. “Repercusión económica de la certificación medioambiental ISO 14001”. Cuadernos de Gestión. 2006. Vol. 6-1 p.45-62.

Carmona-Moreno E, Céspedes-Lorente J, de Burgos-Jiménez J. “Environmental strategies in Spanish hotels: contextual factors and performance”. *The Service Industries Journal*. 2004. Vol.24 -3 p.101-130. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/0264206042000247786>

Carvalho H, Duarte S, Cruz-Machado V. “Lean, agile, resilient and green: divergencies and synergies”. *International Journal of Lean Six Sigma*. 2011. Vol.2-2 p.151-179. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/20401461111135037>

Chen KH, Metcalf RW. “The relationship between pollution control record and financial indicators revisited”. *The Accounting Review*. January 1980. Vol.55-1 p.168–177.

Chiappetta-Jabbour CJ, Lopes de Sousa-Jabbour AB, Govindan K, et al. “Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing”. *Journal of Cleaner Production*. May 2013. Vol.47 p.129-140. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.010>

Chiarini A. “Sustainable manufacturing-greening processes using specific lean production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers” *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.226-233. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.080>

Clarkson PM, Li Y, Richardson GD, et al. “Does it really pay to be green? Determinants and consequences of proactive environmental strategies”. *Journal of Accounting and Public Policy*. March-April 2011. Vol.30-2 p.122–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2010.09.013>

Claycomb C, Droge C, Germain R. ”The effect of just-in-time with customers on organizational design and performance”. *International Journal of Logistics Management*. January 1999. Vol.10-1 p.37-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09574099910805923>

Claycomb C, Germain R, Droge C. “Total system JIT outcomes: inventory, organization and financial effects”. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*.1999. Vol. 29-10 p.612–630. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09600039910299940>

Clemens B, Bakstran L. “A framework of theoretical lenses and strategic purposes to describe relationships among firm environmental strategy, financial performance, and environmental performance”, *Management Research Review*. 2010. Vol.33-4 p.393–405. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01409171011030480>

Cohen M, Fenn S, Naimon J. *Environmental and Financial Performance: Are They Related?* Washington D.C.: Investor Responsibility Research Center, 1995.

Cohen MA, Fenn SA, Konar S. *Environmental and Financial Performance: Are They Related?* Nashville: Vanderbilt University, 1997. 40p.

Comm CL, Mathaisel DFX. “A case study in applying lean sustainability concepts to universities”. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 2005. Vol. 6-2 p.134-146. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/14676370510589855>

Conti R, Angelis J, Cooper C, et al. “The effects of lean production on worker job stress”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2006. Vol. 26-9 p.1013-1038. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570610682616>

Corbett CJ, Klassen RD “Extending the horizons: environmental excellence as key to improving operations”. *Manufacturing and Service Operations Management*. January 2006. Vol.8-1 p.5-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/msom.1060.0095>

Cordeiro J, Sarkis J. “Environmental proactivism and firm performance: evidence from security analyst earnings forecasts”. *Business Strategy and the Environment*. May 1997. Vol.6-2 p.104-114. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0836\(199705\)6:2<104::AID-BSE102>3.0.CO;2-T](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0836(199705)6:2<104::AID-BSE102>3.0.CO;2-T)

Cormier D, Magnan M, Morard B. “The impact of corporate pollution on market valuation: some empirical evidence”. *Ecological Economics*. October 1993. Vol.8-2 p.135–155. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009\(93\)90041-4](http://dx.doi.org/10.1016/0921-8009(93)90041-4)

Cormier D, Magnan M. “Investors’ assessment of implicit environmental liabilities: an empirical investigation”. *Journal of Accounting and Public Policy*. Summer 1997. Vol.16-2 p.215–241. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4254\(97\)00002-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-4254(97)00002-1)

Corretger-Rauet M. “Mejora de las pérdidas crónicas. TPM: Mantenimiento Productivo Total”. *Dyna*. Enero-Febrero 2000. Vol.75-1 p.35-41. DOI: [No Consta]

Curcio RJ, Wolf FM. “Corporate environmental strategy: impact upon firm value”. *Journal of Financial and Strategic Decisions*. Summer 1996. Vol.9-2 p.21–31.

Cusumano MA. “The limits of lean”. *Sloan Management Review*. Summer 1994. Vol. 35-4 p.27-32.

De Burgos J, Céspedes J. “La protección ambiental y el resultado. Un análisis crítico de su relación”. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. 2001. Vol.7-2 p.93-108.

De Treville S, Antonakis J, Edelson NM. “Can standard operating procedures be motivating? Reconciling process variability issues and behavioural outcomes”. *Total Quality Management and Business Excellence*. January 2005. Vol.16-2 p.231-241. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14783360500054236>

De Treville S, Antonakis J. “Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational and levels-of-analysis issues”. *Journal of Operations Management*. January 2006. Vol.24-2 p.99-123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2005.04.001>

Derwall J, Guenster N, Bauer R, et al. “The eco-efficiency premium puzzle”. *Financial Analyst Journal*. March-April 2005. Vol.61-2 p.51–63. DOI: <http://dx.doi.org/10.2469/faj.v61.n2.2716>

Dhingra R, Das S, Kress R. “Call for paper. Making progress towards more sustainable societies through lean and green initiatives”. *Journal of Cleaner Production*. December 2012. Vol.37 p.400-402. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.014>

Diltz DJ. “The private cost of socially responsible investing”. *Applied Financial Economics*. 1995. Vol.5-2 p.69–77. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/758529174>

Dixon-Fowler HR, Slater DJ, Johnson JL, et al. “Beyond “Does it pay to be green?” A meta-analysis of moderators of the CEP–CFP relationship”. *Journal of Business Ethics*. January 2013. Vol.112-2 p.353–366. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-012-1268-8>

Dixon R, Raymer D, Stewart, D. “Brownfield site implementation” a Allen J, Robinson C, Stewart D. (Editors) *Lean Manufacturing: A Plant Floor Guide*. Dearborn (Michigan): Society of Manufacturing Engineers (SME), 445-488, 2001

Dowell G, Hart S, Yeung B. “Do corporate global environmental standards create or destroy market value?”. *Management Science*. August 2000. Vol.46-8 p.1059–1074. DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.46.8.1059.12030>

Duarte ALdeCM, Brito LAL, Di Serio LC, et al. “Operational practices and financial performance: An empirical analysis of Brazilian manufacturing companies” *BAR - Brazilian Administration Review*. December 2011. Vol. 8-4 p.395-411. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-76922011000400004>

Dües CM, Tan KH, Lim M. “Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain”. *Journal of Cleaner Production*. February 2013. Vol. 40 p.93-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.023>

Earnhart D, Lízal L. “Effect of pollution control on corporate financial performance in a transition economy”. *European Environment*. July/August 2007, Vol.17 p.247–266. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/eet.447>

Earnhart D, Lízal L. *Does better environmental performance affect revenues, cost, or both? Evidence from a transition economy*. William Davidson Institute. February 2007. Working Paper Number 856. [On line]. Disponible en Web: <<http://www.wdi.umich.edu/files/Publications/WorkingPapers/wp856.pdf>> [Consulta: 20 de Julio de 2015].

Edwards D. *The Link between Company Environmental and Financial Performance*. London: Earthscan Publications, 1998.

Elsayed K, Paton D. “The impact of environmental performance on firm performance: static and dynamic panel data evidence”. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2005. Vol.16 p.395–412. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2004.04.004>

Endrikat J, Guenther E, Hoppe H. “Making sense of conflicting empirical findings: A meta-analytic review of the relationship between corporate environmental and financial performance” *European Management Journal*. October 2014. Vol. 32-5 p.735-751 DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.emj.2013.12.004>

Eroglu C, Hofer C. “Lean, leaner, too lean? The inventory-performance link revisited”. *Journal of Operations Management*. May 2011. Vol.29-4, p.356-369. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2010.05.002>

Espejo AM, Moyano FJ. “Lean production: estado actual y desafíos futuros de la investigación”. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. 2007. Vol.13-2 p.179-202.

Faulkner W, Badurdeen F. “Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.8-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>

Feldman SJ, Soyka PA, Ameer P. “Does Improving a Firm’s Environmental Management System and Environmental Performance Result in a Higher Stock Price?”. *The Journal of Investing*. Winter 1997. Vol.6-4 p.87-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.3905/joi.1997.87>

Filbeck G, Gorman RF. “The relationship between the environmental and financial performance of public utilities”. *Environmental and Resource Economics*. October 2004. Vol.29 p.137–157. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/B:EARE.0000044602.86367.ff>

Flidner G, Majeske K. “Sustainability: the new lean frontier”. *Production and Inventory Management Journal*. 2010. Vol.46-1p.6-13.

Florida R. “Lean and green: the move to environmentally conscious manufacturing”. *California Management Review*. Fall 1996. Vol.39-1 p.80-105.

Forrester R. “Implications of lean manufacturing for human resource strategy”. *Work Study*. 1995. Vol.44-3 p.20-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/00438029510146944>

Fujii H, Iwata K, Kaneko S, Managi S, et al. “Corporate environmental and economic performance of Japanese manufacturing firms: empirical study for sustainable development”. *Business Strategy and the Environment*. March 2013. Vol.22-3 p.187–201. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/bse.1747>

Fullerton RR, McWatters CS, Fawson C. “An examination of the relationships between JIT and financial performance”. *Journal of Operations Management*. July 2003. Vol. 21-4, p.383–404. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(03\)00002-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(03)00002-0)

Fullerton RR, McWatters CS. “The production performance benefits from JIT implementation”. *Journal of Operations Management*. January 2001. Vol.19-1 p.81–96. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00051-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00051-6)

Fullerton RR, Wempe WF. “Lean manufacturing, non-financial performance measures, and financial performance”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2009. Vol.29-3 p.214–240. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570910938970>

Fullerton RR, Kennedy FA, Widener SK. “Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices”. *Journal of Operations Management*. November 2014. Vol.32-7/8 p.414-428. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2014.09.002>

Fundacion Entorno. *Libro Blanco de la Gestión Medioambiental en la industria española*. Madrid: Mundi-Prensa. 1998.

Galeazzo A, Furlan A, Vinelli A. “Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.91-100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.015>

García M, Ibáñez J, Alvira F. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación*. Madrid: Alianza Universidad Textos. 1986. p. 141-70.

García RF. *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario. 2013

Germain R, Droge C, Spears N. “The implications of just in time for logistics organization management and performance”. *Journal of Business Logistics*. 1996. Vol.17-2 p.19–34. DOI: [No Consta]

Gilley K, Worrell D, El-Jelly A. “Corporate environmental initiatives and anticipated firm performance: the differential effects of process-driven versus product-driven greening initiatives”. *Journal of Management*. December 2000. Vol. 26-6 p.1199-1216. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/014920630002600607>

Gagnon MA, Michael JH. “Employee strategic alignment at a wood manufacturer: An exploratory analysis using lean manufacturing”. *Forest Products Journal*. 2003. Vol. 53 n°10, pp.24-29.

González, F. "Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas." *Revista Panorama Administrativo*. Año 1. n°2 .Enero –Junio 2007. p.85-112.

González-Benito J, González-Benito O. “Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis”. *Omega*. February 2005. Vol.33-1 p. 1-15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.002>

Gordon PJ. *Lean and Green: Profit for Your Workplace and the Environment*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers, 2001. 250p.

Gottzman L, Kessler J. “Smart screened investments: environmentally-screened equity funds that perform”. *Journal of Investing*. Fall 1998. Vol.7-3 p.15–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.3905/joi.1998.408467>

Govindan K, Azevedo SG, Carvalho H, Cruz-Machado V. “Impact of supply chain management practices on sustainability” *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.212-225. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.068>

Green Jr KW, Inman RA “Using a just-in-time selling strategy to strengthen supply chain linkages”. *International Journal of Production Research*. 2005. Vol. 43-16 p.3437–3453. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540500118035>

Green Jr KW, Medlin B, Whitten D. “Developing optimism to improve performance: an approach for the manufacturing sector”. *Industrial Management & Data Systems*. 2004. Vol.104-2 p.106–114. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/02635570410522071>

Green SD. “The missing arguments of lean construction”. *Construction Management and Economics*. 1999. Vol.17-2 p.133-137.

Guenster N, Bauer R, Derwall J, et al. “The economic value of corporate eco-efficiency”. *European Financial Management*. September 2011. Vol.17-4 p.679–704. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-036X.2009.00532.x>

Guenther E, Hoppe H. “Merging Limited Perspectives. A synopsis of measurement approaches and theories of the relationship between corporate environmental and financial performance”. *Journal of Industrial Ecology*. October 2014. Vol.18-5 p.689–707. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12125>

Guenther E, Hoppe H, Endrikat J. “Corporate financial performance and environmental performance. A perfect match?”. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (Journal of Environmental Law and Policy)*. 2012. Vol.34 p.279–296.

Hajmohammad S, Vachon S, Klassen RD, et al. “Lean management and supply management: their role in green practices and performance”. *Journal of Cleaner Production*. January 2013. Vol.39 p.312-320. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.028>

Halkos G, Sepetis A. “Can capital markets respond to environmental policy of firms? Evidence from Greece”. *Ecological Economics*. August 2007. Vol.63-2/3 p.578–587. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.12.015>

Hamilton, J. “Pollution as news: media and stock market reactions to the Toxics Release Inventory Data”. *Journal of Environmental Economics and Management*. January 1995. Vol.28-1 p.98-113. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jeem.1995.1007>

Hart SL, Ahuja G. “Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance”. *Business Strategy and the Environment*. 1996. Vol.5-1 p.30–37. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0836\(199603\)5:1<30::AID-BSE38>3.0.CO;2-Q](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1099-0836(199603)5:1<30::AID-BSE38>3.0.CO;2-Q)

Harrison A. Storey J. “New wave manufacturing strategies operational, organizational and human dimensions”. *International Journal of operations and Production Management*. 1996. Vol. 16, n°1-2, pp 63-75. DOI: , <https://doi.org/10.1108/01443579610109848>

Hay EJ. *Justo a tiempo. Series en desarrollo gerencial*. Colombia: Norma, 1989.



Helper S, Rozwadowski H, Clifford PG. “Can Green Be Lean?”. *Academy of Management Annual Meeting, Organizations and the Natural Environment* . Boston. August 1997.

Heras-Saizarbitoria I, Molina-Azorín JF, Dick GPM. “ISO 14001 certification and financial performance: selection-effect versus treatment-effect”. *Journal of Cleaner Production*. January 2011. Vol. 19-1 p.1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.002>

Hernández MJ, Vizán IA. *Lean Manufacturing. Conceptos, Técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI, 2013.

Hibiki A, Higashi M, Matsuda A. *Determinants of the Firm to Acquire ISO14001 Certificate and Market Valuation of the Certified Firm*, October 2003. Discussion Paper Number 03-06. Tokyo: Department of Social Engineering, Tokyo Institute of Technology. 21p. [On line]. Disponible en Web: <[www.soc.titech.ac.jp/%7Elibrary/discuss/text/dp03-06.pdf](http://www.soc.titech.ac.jp/%7Elibrary/discuss/text/dp03-06.pdf)> [Consulta: 20 de Julio de 2015].

Hines P, Taylor D. *Going Lean a Guide to Implementation*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2000.

Hines P, Found P, Griffiths G, et al. *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving*. Cardiff: Lean Enterprise Research Centre, 2008. 96p.

Hines P, Holweg M, Rich N. “Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2004. Vol. 24-10 p.994-1011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570410558049>

Hiroyuki H. *Poka-Yoke*. Primera edición. México: Productivity, 2000.

Ho SKM. “Integrated lean TQM model for global sustainability and competitiveness”. *The TQM Journal*. 2010. Vol. 22-2 p.143-158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/17542731011024264>

Hofer C, Eroglu C, Hofer AR. “The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness”. *International Journal of Production Economics*. August 2012. Vol.138-2 p.242-253. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.03.025>

Horváthová E. “Does environmental performance affect financial performance? A meta-analysis”. *Ecological Economics*. November 2010. Vol.70-1 p.52–59. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.04.004>

Horváthová E. “The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits?”. *Ecological Economics*. December 2012. Vol. 84-1 p.91-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.10.001>  
<http://dx.doi.org/10.1080/014461999371637>

Hughes II KE. “The value relevance of nonfinancial measures of air pollution in the electric utility industry”. *The Accounting Review*. April 2000. Vol.75-2 p.209–228. DOI: <http://dx.doi.org/10.2308/accr.2000.75.2.209>

Huson M, Nanda D. “*The impact of just-in-time manufacturing on firm performance in the US*”. *Journal of Operations Management*. June 1995. Vol.12-3/4 p.297–310. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0272-6963\(95\)00011-G](http://dx.doi.org/10.1016/0272-6963(95)00011-G)

Hunt D, Johnson C. *Sistemas de Gestión Mediambiental*. McGraw Hill.1996.

Inman RA, Mehra S. “Financial justification of JIT implementation”. *International Journal of Operations & Production Management*. 1993. Vol.13-4 p.32–39. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443579310027734>

Imai M. *Kaizen*. México: CECSA, 1989.

Imai M. *Como implementar el Kaizen en el Gemba*. México: Mc Graw Hill. 1998.

Inman RA, Sale RS, Green Jr KW, et al. “Agile manufacturing: Relation to JIT, operational performance and firm performance”. *Journal of Operations Management*. May 2011. Vol.29-4 p.343-355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2010.06.001>

Isaksson OHD, Seifert RW. “Inventory leanness and the financial performance of firms”. *Production Planning and Control*. 2014. Vol.25 -12 p.999-1014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09537287.2013.797123>

Ittner CD, Larcker DF. “Total quality management and the choice of information and reward systems”. *Journal of Accounting Research*. 1995. Vol.33(Supplement), p.1-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2491371>

Iwata H, Okada K. “How does environmental performance affect financial performance? Evidence from Japanese manufacturing firms”. *Ecological Economics*. July 2011. Vol.70-9 p.1691–1700. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.010>

Jaggi B, Freedman M. “An examination of the impact of pollution performance on economic and market performance of pulp and paper firms”. *Journal of Business Finance & Accounting*. September 1992. Vol.19-5 p.697–713. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5957.1992.tb00652.x>

Jayaram J, Vickery S., Droge C. “Relationship building, lean strategy and firm performance: an exploratory study in the automotive supplier industry”. *International Journal of Production Research*. 2008. Vol.46-20 p.5633–5649. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540701429942>

Jayaram J, Vickery SK. “Supply-based strategies, human resource initiatives, procurement leadtime, and firm performance” *International Journal of Purchasing and Materials Management*. December 1998. Vol. 34-4 p.12–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-493X.1998.tb00038.x>

Johansson G, Sundin E. “Lean and green product development: two sides of the same coin?” *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.104-121. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.005>

Jørgensen F, Matthiesen R, Nielsen J, et al. “Lean maturity, lean sustainability”. En: Olhager J, Persson F, (ed). *Advances in Production Management Systems*. IFIP — The International Federation for Information Processing Vol.246. p371-378. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74157-4\\_44](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74157-4_44) Boston: Springer US, 2007.

Judge W, Douglas T. “Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment”. *Journal of Management Studies*. March 1998. Vol.35-2 p.241-262. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-6486.00092>

Kainuma A, Tawara N. “A multiple attribute utility theory approach to lean and green supply chain management”. *International Journal of Production Economics*. May 2006. Vol.101-1 p.99–108. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.05.010>

Kamata S. *Japan in the Passing Lane: an Insider’s Account of Life in a Japanese Auto Factory*. New York: Pantheon Books, 1983. 211p.

Kaplan RS, Atkinson A. *Advanced Management Accounting*. London: Prentice-Hall, 1989.817p.

Karagozoglu N and Lindell M. “Environmental management: testing the win-win model”. *Journal of Environmental Planning and Management*. 2000. Vol.43-6 p.817-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09640560020001700>

Khanna M, Damon L. “EPA’s voluntary 33/50 Program: impact on toxic releases and economic performance of firms”. *Journal of Environmental Economics and Management*. January 1999. Vol.37-1 p.1-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jeem.1998.1057>

King A, Lenox M. “Does it really pay to be green? An Empirical Study of Firm Environmental and Financial Performance”. *Journal of Industrial Ecology*. January 2001. Vol.5-1 p.105-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/108819801753358526>

King A, Lenox M. “Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance”. *Production and Operations Management*. September 2001. Vol.10-3 p. 244-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00373.x>

King AA, Lenox MJ. “Exploring the locus of profitable pollution reduction”. *Management Science*. February 2002. Vol.48-2 p.289–299. DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.48.2.289.258>

Kinney MR, Wempe WF. “Further evidence on the extent and origins of JIT’s profitability effects”. *The Accounting Review*. January 2002. Vol. 77-1 p.203–225. DOI: <http://dx.doi.org/10.2308/accr.2002.77.1.203>

Klassen R, McLaughlin C. “The impact of environmental management on firm performance”. *Management Science*. 1996. Vol.42-8 p.1199-1214. <http://dx.doi.org/10.1287/mnsc.42.8.1199>

Klassen RD. “Just-in-Time Manufacturing and Pollution Prevention Generate Mutual Benefits in the Furniture Industry”. *Interfaces*. May-June 2000. Vol.30-3 p.95-106. DOI: <http://dx.doi.org/10.1287/inte.30.3.95.11655>

Klingenberg B, Timberlake R, Geurts TG, et al. “The relationship of operational innovation and financial performance - A critical perspective”. *International Journal of Production Economics*. April 2013. Vol.142-2 p.317-323. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.12.001>

Konar S, Cohen M. “Does the market value environmental performance”. *Review of Economics and Statistics*. May 2001. Vol.83-2 p.281-289. DOI: <http://dx.doi.org/10.1162/00346530151143815>

Kurdve M, Zackrisson M, Wiktorsson M, et al. “Lean and green integration into production system models e experiences from Swedish industry”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.180-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.013>

Lamprecht JL. *ISO 14000. Directrices para la implantación de un sistema de gestión medioambiental*. Madrid: AENOR. 1997.

Larson T, Greenwood R. “Perfect complements: synergies between lean production and eco-sustainability initiatives”. *Environmental Quality Management*. Summer 2004. Vol.13-4 p.27-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.20013>

Lau RSM. “Competitive factors and their relative importance in the US electronics and computer industries”. *International Journal of Operations & Production Management*. 2002. Vol.22-1 p.125-135. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570210412105>

Leal GG. “Anàlisi d'escenaris i tendències en l'àmbit de la gestió mediambiental a la indústria Catalana”. Juliol 2001. Tesis Doctoral . Girona.

Lewis MA. “Lean Production and sustainable competitive advantage”. *International journal of Operations & Production Management*. 2000. Vol.20-8 p.959–978. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570010332971>

Lewis MA. “Lean production and sustainable competitive advantage”. *International Journal of Operations & Production Management* 2000. Vol. 20-8 p.959-978. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570010332971>

Link S, Naveh E. “Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits?”. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2006. Vol. 53-4 p.508-19. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2006.883704>

Littell JH, Corcoran J, Pillai V. *Systematic reviews and meta-analysis*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2008. 216p.

Lo CKY, Yeung ACL, Cheng TCE. “The impact of environmental management systems on financial performance in fashion and textiles industries”. *International Journal of Production Economics*. February 2012. Vol. 135-2 p.561-567. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.05.010>

Lucey J, Bateman N, Hines P. “Achieving pace and sustainability in a major lean transition”. *Management Services*. September 2004. Vol.48-9 p.8-12.

Lucey J, Bateman N, Hines P. “Why major lean transitions have not been sustained”. *Management Services*. Summer 2005. Vol.49-2 p.9-13.

Lyons T., Krachenberg R., Henke J. “Mixed Motive Marriages: What’s Next for Buyer-Supplier Relations?.” *Sloan Management Review*. 1990. 31 (3) p. 29-36.

MacKelprang AW, Nair A. “Relationship between just-in-time manufacturing practices and performance: A meta-analytic investigation”, *Journal of Operations Management*. 2010. Vol.4, p. 283-302. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2009.10.002>

Mahapatra S. “Investor reaction to a corporate social accounting”. *Journal of Business Finance & Accounting*. March 1984. Vol.11-1 p.29–40. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5957.1984.tb00054.x>

Marimin M, Darmawan MA, Machfud M, et al. “Value chain analysis for green productivity improvement in the natural rubber supply chain: a case study” *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.201-211. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.098>

Martín JLR, Tobías A, Seoane T. (Coords.). *Revisión sistemática en ciencias de la vida*. Toledo: Fundación para la Investigación Sanitaria en Castilla-La Mancha (FISCAM), 2006. 291p. ISBN: 978-84-778-8420-0

Martínez-Jurado PJ, Moyano-Fuentes J. “Lean Management, Supply Chain Management and Sustainability: A Literature Review”, *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.134-150. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.042>

Maskell B, Baggaley B. *Practical Lean Accounting: a Proven System for Measuring and Managing the Lean Enterprise*. New York: Productivity Press, 2004. 359p. ISBN: 978-1-56327-243-1

Mason R, Nieuwenhuis P, Simons D. “Lean and green supply chain mapping: adapting a lean management tool to the needs of industrial ecology”. *Progress in Industrial Ecology - An International Journal*. 2008. Vol. 5-4 p.302-324. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/PIE.2008.021921>

Matsui Y. “An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies”. *International Journal of Production Economics*. July 2007. Vol.108-1/2 p.153–164. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.035>

Maxwell J, Briscoe F, Schenk B, et al. “Case Study: Honda of America Manufacturing, Inc.: Can Lean Production Practices Increase Environmental Performance?”. *Environmental Quality Management*. Autumn (Fall) 1998. Vol8-1 p.53-61. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.3310080107>

Maxwell J, Rothenberg S, Schenck B. *Does Lean Mean Green? The Implications of Lean Production for Environmental Management*, Cambridge: International Motor Vehicle Program, MIT, 1993.

Meade DJ, Kumar S, Houshyar A. “Financial analysis of a theoretical lean manufacturing implementation using hybrid simulation modeling”. *Journal of Manufacturing Systems*. 2006. Vol.25-2 p.137-152. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6125\(06\)80039-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6125(06)80039-7)

Medina-López C, Marín-García J, Alfalla-Luque R. “Una propuesta metodológica para la realización de búsquedas sistemáticas de bibliografía”. *Working Papers on Operations Management*. 2010. Vol.1-2 p.13-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.4995/wpom.v1i2.786>

Melnyk SA, Sroufe RP, Calantone RL. “Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance”. *Journal of Operations Management*. 2003. Vol.21-3 p. 329-351. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00109-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00109-2)

Menguc B, Auh S, Ozanne L. “The interactive effect of internal and external factors on a proactive environmental strategy and its influence on a firm’s performance”. *Journal of Business Ethics*. June 2010. Vol.94-2 p.279–298. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-009-0264-0>

Menguc B, Ozanne L. “Challenges of the green imperative: a natural resource-based approach to the environmental orientation-business performance relationship”. *Journal of Business Research*. April 2005. Vol.58-4 p.430-438. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.09.002>

Miller G, Pawloski J., Standridge Ch. “A case study of lean, sustainable manufacturing”. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2010. Vol.3-1 p.11-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.2010.v3n1.p11-32>

Mohn WH. “Green and profitable? The potential returns to good environmental management”. Thesis (M.Phil.) University of Oxford, Trinity. 2006.

Mohrman SA, Tenkasi RV, Lawler EE, et al. “Total quality management: practice and outcomes in the largest US firms”. *Employee Relations*.1995. Vol.17-3 p.26-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01425459510086866>

Molina-Azorín JF, Claver-Cortés E, López-Gamero MD, et al. “Green management and financial performance: a literature review”. *Management Decision*. 2009. Vol. 47-7 p.1080-1100. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/00251740910978313>

Mollenkopf D, Stolze H, Tate WL, et al. "Green, lean, and global supply chains". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. 2010. Vol.40-1/2 p.14-41. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09600031011018028>

Molloy L, Erekson H, Gorman, R. “Exploring the relationship between environmental and financial performance”. Oxford (Ohio): Miami University. Presented at the EPA Workshop, Laguna Beach, October 2002. 55p.

Montabon F, Sroufe R, Narasimhan R. “An examination of corporate reporting, environmental management practices and firm performance”. *Journal of Operations Management*. August 2007. Vol.25-5 p. 998-1014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2006.10.003>

Moreira F, Alves AC, Sousa RM. “Towards eco-efficient lean production systems”. En: Ortiz A, Darío R, Gómez P. (ed). *Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks*. IFIP Advances in Information and Communication Technology Vol. 322. p100-108. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14341-0\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14341-0_12) Berlin-Heidelberg: Springer, 2010.

Moyano-Fuentes J, Sacristán-Díaz M. “Learning on lean: A review of thinking and research”. *International Journal of Operations and Production Management*. 2012. Vol.32-5 p.551-582. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443571211226498>

Nakao Y, Amano A, Matsumura K, et al. “Relationship between environmental performance and financial performance: an empirical analysis of Japanese corporations”. *Business Strategy and the Environment*. February 2007. Vol.16-2 p.106-118. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/bse.476>

Narasimhan R, Swink M, Kim SW. “Disentangling leanness and agility: an empirical investigation”. *Journal of Operations Management*. September 2006. Vol.24-5 p.440–457. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2005.11.011>

Nawanir G, Teong LK, Othman SN. “Impact of lean practices on operations performance and business performance: Some evidence from Indonesian manufacturing companies”. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2013. Vol.24-7 p.1019-1050. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/JMTM-03-2012-0027>

Niepce W, Molleman E. “Characteristics of work organization in lean production and sociotechnical systems: a case study”. *International Journal of Operations & Production Management*. 1996. Vol.16-2 p.77-90. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443579610109857>

Ohno T. *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. Cambridge: Productivity Press. 1998.

Pagell M, Wu Z. “Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars”, *Journal of Supply Chain Management*. 2009. vol. 45, num. 2. p.37-56 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2009.03162.x>



Paipa-Galeano L, Jaca-García MC, Santos-García J, Viles-Diez E, Mateo-Dueñas R. “Los sistemas de mejora continua y el despilfarro: la continuación de la obra de Taylor”. *Dyna*. Abril - Mayo 2011. Vol.86-2 p.232-240 . DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/3845>

Pampanelli A, Found P, Bernardes A. “A Lean & Green Model for a production cell”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.19-30. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>

Penttilä L. «The impact of Sustainability in Manufacturing Companies Globally.» Aalto, 2016.

Perez, C, Castro R, Fonts M. “The pork industry: a supply chain perspective”. *British Food Journal*. 2009. 111(3) p.257-274. DOI: <https://doi.org/10.1108/00070700910941462>

Pil FK, MacDuffie JP, “The adoption of high-involvement work practices”. *Industrial Relations: a Journal of Economy and Society* . July 1996. Vol. 35-3 p.423-455. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-232X.1996.tb00414.x>

Pojasek RB. “Quality toolbox. Five S’s: a tool that prepares an organization for change”. *Environmental Quality Management*. Autumn 1999. Vol.9-1 p.97-103.

Pojasek RB. “Quality toolbox. Poka-yoke and zero waste”. *Environmental Quality Management*. Winter 1999. Vol.9-2 p.91-97.

Pojasek RB. “Quality Toolbox: Framing your lean-to-green effort”. *Environmental Quality Management*. Autumn (Fall) 2008. Vol.18-1 p.85–93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.20198>

Porter M, van der Linde C. “Green and competitive: Breaking the stalemate”. *Harvard Business Review*. September-October 1995. Vol.73-5 p.120–134.

Porter M, van der Linde C. “Toward a New Conception of the Environment - Competitiveness Relationship”. *Journal of Economic Perspective*. Autumn 1995. Vol.9-4 p.97–118. DOI: <http://dx.doi.org/10.1257/jep.9.4.97>

Porter M. “America’s Green Strategy”. *Scientific American*. April 1991. Vol.264-4 p.168.

Puvanasvaran P, Tian, RKS, Suresh V, et al. “Lean principles adoption in environmental management system (EMS): A survey on ISO 14001 certified companies in Malaysia”. *Journal of Industrial Engineering & Management*. December 2012. Vol.5-2 p.406-430. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.486>

Qi GY, Zeng SX, Jonathan J, et al. “Revisiting the relationship between environmental and financial performance in Chinese industry”. *Journal of Environmental Management*. December 2014. Vol.145-1 p. 349-356. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.010>

Romm JJ. *Lean and Clean Management: How to Boost Profits and Productivity by Reducing Pollution*. New York: Kodansha Amer Inc., 1994. 220p.

Ross & Associates environmental Consulting. *Lean manufacturing and the environment: Research on advanced manufacturing systems and the environment and recommendations for leveraging better environmental performance*. Environmental Protection Agency. October 2003. 68p. [On line]. Disponible en Web: < <http://www.epa.gov/lean/leanreport.pdf> > [Consulta: 20 de Julio de 2015].

Ross & Associates environmental Consulting. *Pursuing Perfection: Case Studies Examining Lean Manufacturing Strategies, Pollution Prevention, and Environmental Regulatory Management Implications*. Environmental Protection Agency. August 2000. 49p. [On line]. Disponible en Web: < [www.epa.gov/lean/perfection.pdf](http://www.epa.gov/lean/perfection.pdf) > [Consulta: 20 de Julio de 2015].

Rother M, Shook, J. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add and Eliminate Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute, 1999.

Rothenberg S, Pil FK, Maxwell J. “Lean, green, and the quest for superior environmental performance”. *Production and Operations Management*. September 2001. Vol.10-3 p.228-243. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00372.x>

Rothenberg SL. *Is lean green? The relationship between manufacturing processes and environmental performance within different regulatory contexts*. Thesis (Ph.D.). Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, February 1999.

Ruiz de Arbulo-López P, Díaz de Basurto-Uraga, P. “Como gestionar los costes en un entorno de fabricación lean”. *Dyna*. Octubre 2009. Vol.84-7 p.591-602. DOI: [No Consta]

Russo MV, Fouts PA. “A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability”. *The Academy of Management Journal*. June 1997. Vol.40-3 p.534–559. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/257052>

Salama A. “A note on the impact of environmental performance on financial performance”. *Structural Change and Economic Dynamics*. September 2005. Vol.16-3 p.413–421. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2004.04.005>

Vintró-Sánchez C. Sistemas de Gestión en explotaciones mineras de Cataluña: situación, factores determinantes de implantación y posibilidades futuras. Enero 2011. Tesis doctoral. Manresa.

Sarkis J. “Manufacturing's Role in Corporate Environmental Sustainability: Concerns for the New Millennium”, *International Journal of Operations and Production Management*. 2001. Vol. 21, No. 5/6, pp. 666-686. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570110390390>

Sarkis J, Cordeiro JJ. “An empirical evaluation of environmental efficiencies and firm performance: pollution prevention versus end-of-pipe practice”. *European Journal of Operational Research*. November 2001. Vol.135-1 p.102–113. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00306-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00306-4)

Sartal A, Rodríguez M, Vázquez XH, et al. “La mejora de los resultados financieros a través de las iniciativas Lean and Green: el caso español” En *Industrial Engineering: Overcoming the Crisis. Book of Full Papers of the 6th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management – XVI Congreso de Ingeniería de Organización*. Vigo, July 18-20, 2012. p.1526-1533.

Sawhney R, Subburaman K, Sonntag C, et al. “A modified FMEA approach to enhance reliability of lean systems”. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2010. Vol.27-7p.832-855. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/02656711011062417>

Sawhney R, Teeparakul P, Aruna B, et al. “En-lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain”. *International Journal of Enterprise Network Management*. 2007. Vol. 1- 3 p.238-260. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJENM.2007.012757>

Sawhney R, Teeparakul P, Bagchi A, et al. “En-lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain”. *International Journal of Enterprise Network Management*. 2007. Vol.1-3 p.238-260. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJENM.2007.012757>

Seuring, S., Müller, M. *From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management*. *Journal of Cleaner Production*. 2008. vol 16, pp. 1699-1710. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>

Schonberger RJ. *World Class Manufacturing: the Lessons of Simplicity Applied*. New York: Free Press,1986. 256p.

Shah R, Ward PT. “Defining and developing measures of lean production”. *Journal of Operations Management*. 2007. Vol.25-4 p.785–805. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>

Sharma S, Vredenburg H. “Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organizational capabilities”. *Strategic Management Journal*. August 1998. Vol.19-8 p.729-753. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199808\)19:8<729::AID-SMJ967>3.0.CO;2-4](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199808)19:8<729::AID-SMJ967>3.0.CO;2-4)

Simons D, Mason R. “Lean and green: doing more with less”. *International Commerce Review: ECR Journal*. Spring 2003. Vol.3-1 p.84-91.

Simpson DF, Power DJ. “Use the supply relationship to develop lean and green suppliers”. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2005. Vol.10 -1 p.60-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/13598540510578388>

Soltero C, Waldrip G. “Using kaizen to reduce waste and prevent pollution”. *Environmental Quality Management*. Spring 2002. Vol. 11-3 p.23-38. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.10026>

Spicer HB. “Investors, corporate social performance and information disclosure: an empirical study”. *The Accounting Review*. January 1978. Vol.53-1 p.94–111.

Stanwick PA, Stanwick SD. “The relationship between corporate social performance and size, financial and environmental performance”. *Journal of Business Ethics*. January 1998. Vol. 17-2 p.195–204. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1005784421547>

Suzuki Y. “Structure of the Japanese production system: elusiveness and reality”. *Asian Business & Management*. June 2004. Vol.3-2 p.201-219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1057/palgrave.abm.9200088>

Taubitz MA “Lean, green & safe: integrating safety into the lean, green and sustainability movement”. *Professional Safety*. May 2010. Vol. 55-5 p.39-46.

Telle K. “It pays to be green - a premature conclusion?” *Environmental & Resource Economics*. 2006. Vol.35-3 p.195–220. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10640-006-9013-3>

Thomas A. “Corporate environmental policy and abnormal stock price returns: an empirical investigation”. *Business Strategy and the Environment*. May/June 2001. Vol.10-3 p.125–134. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/bse.281>

Tiwari, A.K. y Pandey, A. Energy Management – A Case Study of Companies in Singrauli Area in India. Dept. Of Business Administration APS University, Rewa (M.P.), India. 2008.

Toyota Motor Corporation. *The Toyota Production System: Leaner Manufacturing for a Greener Planet*. Tokyo: Toyota Motor Corporation Public Affairs Division, 1998.

Turesky EF, Connell P. "Off the rails: understanding the derailment of a lean manufacturing initiative". *Organization Management Journal*. 2010. Vol.7-2 p.110-132. DOI: <http://dx.doi.org/10.1057/omj.2010.14>

Vais A, Miron V, Pedersen M, Folke J. "'Lean and Green' at a Romanian Secondary Tissue Paper and Board Mill - Putting Theory into Practice', *Resources, Conservation and Recycling*. 2006. Vol. 46, pp. 44-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.06.005>

Vazquez-Bustelo D, Avella L, Fernandez E. "Agility drivers, enablers and outcomes". *International Journal of Operations and Production Management*. 2007. Vol.27-12 p.1303–1332. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01443570710835633>

Verrier B, Rose B, Caillaud E, et al. "Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository". *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.83-93. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.023>

Villalva, GM. *Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad*. 2008.

Villaseñor CA, Edber GC. "Manual de Lean Manufacturing, guía básica." *Editorial Limusa*. México. 2007.

Villaseñor CA, Edber GC. "Conceptos y reglas de Lean Manufacturing" México: Limusa, 2007.

Vinodh S, Arvind KR, Somanaathan M. "Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives". *Clean Technologies and Environmental Policy*. June 2011. Vol.13-3 p.469-479. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10098-010-0329-x>

Waldrip G. "Integrating the Elements of Sustainable Manufacturing". 1999. *Environmental Quality Management* Vol. 9, no. 2, pp. 33-43.

Wagner M, Nguyen-Van P, Azomahou T, et al. "The relationship between the environmental and economic performance of firms: an empirical analysis of the European paper industry". *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. September 2002. Vol.9-3 p.133–146. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/csr.22>

Wagner M. "How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability: corporate environmental strategies in the European paper industry". *Journal of Environmental Management*. July 2005. Vol.76-2 p.105-118. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.11.021>

Wahba H. “Does the market value corporate environmental responsibility? An empirical examination”. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. March-April 2008. Vol.15-2 p.89-99. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/csr.153>

Watson K, Klingenberg B, Polito T, et al. “Impact of environmental management system implementation on financial performance”. *Management of Environmental Quality*. 2004. Vol.15-6 p.622-628. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/14777830410560700>

Wlodarczyk J, Pojasek RB, Moore D, et al. “Using a systems approach to improve process and environmental performance”. *Environmental Quality Management*. Summer 2000. Vol.9-4 p.53–62. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/1520-6483\(200022\)9:4<53::AID-TQEM5>3.0.CO;2-I](http://dx.doi.org/10.1002/1520-6483(200022)9:4<53::AID-TQEM5>3.0.CO;2-I)

Womack J. (2005 ), *Is Lean Green?*, available at: [http://www.leanuk.org/articles/is\\_lean\\_green.pdf](http://www.leanuk.org/articles/is_lean_green.pdf)

Womack JP, Jones DT, Ross D. *The machine that changed the world*. New York: Macmillan/Rawson associates, 1990. 352p.

Womack JP, Jones DT. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth for your Corporation*. New York: Simon & Schuster, 1996.

Womack, JP, Jones, DT. *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2 edition), Simon & Schuster, London. 2003.

Wong WP, Wong KY. “Synergizing an ecosphere of lean for sustainable operations”. *Journal of Cleaner Production*. December 2014. Vol.85 p.51-66. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.093>

Yamashita M, Sen S, Roberts MC. “The rewards for environmental conscientiousness in the U.S. capital markets”. *Journal of Financial and Strategic Decisions*. Spring 1999. Vol.12-1 p.73–82.

Yang MG, Hong P, Modi SB. “Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms”. *International Journal of Production Economics*. February 2011. Vol.129-2 p.251-261. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>

Yasuhiro Monden. *El just in time hoy en Toyota*. Ed. Deusto, S.A. 2007.

Yusuf YY, Adeleye EO. “A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in the UK”. *International Journal of Production Research*. November 2002. Vol.40-17 p.4545-4562. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207540210157141>

Wyrwicka MK, Mrugalska B. “Mirages of Lean Manufacturing in Practice” *Procedia Engineering* Volume 182, 2017, Pages 780-785 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.200>

Biggs C, Evans S. “Exploration of the integration of Lean and environmental improvement”. Thesis or dissertation. September 2009.

CERES:

<[https://www.sostenibles.cat/wpcontent/uploads/2015/11/1989\\_TS\\_PRINCIPISCERES.pdf](https://www.sostenibles.cat/wpcontent/uploads/2015/11/1989_TS_PRINCIPISCERES.pdf)