

**MESA SECTORIAL
DE
INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN**



CARACTERIZACIÓN OCUPACIONAL

Subárea de Desempeño de Instrumentación y Automatización

**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA
SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO
CENTRO DE ELECTRICIDAD Y AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL -C.E.A.I.
REGIONAL VALLE**

Santiago de Cali; Noviembre de 2007

Copyright @ Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo 2007

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Dirección del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo
SENA 2007

148 páginas
Caracterización Ocupacional de la sub-área de Instrumentación y Automatización
/ Colombia /

ISBN

Todos los derechos reservados Servicio nacional de Aprendizaje SENA 2007.
Prohibida su reproducción total o parcial de esta obra
por cualquier procedimiento (ya sea gráfico, electrónico, óptico, químico, mecánico,
fotocopiado, etc.) y el almacenamiento o transmisión de sus contenidos en soportes
magnéticos, sonoros, visuales o de cualquier otro tipo sin permiso previo y por escrito del titular
del copyright, y divulgación sin autorización del SENA.

Ministerio de la Protección Social



Caracterización Ocupacional de la sub-área de Instrumentación y Automatización

DARÍO MONTOYA MEJIA

Director General

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA

JUAN BAYONA FERREIRA

Director

Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

JOSÉ IGNACIO OROZCO MARTÍNEZ

Coordinador Grupo de Normalización

Dirección Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

FERNANDO CABRALES CAÑIZARES

Asesor Grupo de Normalización

Dirección Sistema Nacional de Formación para el Trabajo

ESPERANZA ADRIANA RAMOS RODRIGUEZ

Directora Regional Valle

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE – SENA

LUCILA GUTIÉRREZ CARRIÓN

Coordinadora de Formación Profesional, Empleo y SNFT

SENA - Regional Valle

WILLIAM ROSERO AGUILAR

Subdirector

Centro de Electricidad y Automatización Industrial (C.E.A.I.)

SENA - Regional Valle

JAMES CUESTA MENA

Ingeniero electricista

Metodólogo-Normalización de Competencias Laborales

Mesa Sectorial de Instrumentación y Automatización

Santiago de Cali; Noviembre del 2007

Junta Directiva

Mesa Sectorial de Instrumentación y Automatización

Presidente

RODRIGO MARTÍNEZ DÍAZ

Ingeniero electricista

Vicerrector académico

Institución Universitaria Antonio José Camacho

Vicepresidente

JUAN CARLOS AGUILAR PARRA

Ingeniero Electrónico

Jefe de Instrumentación y Control

Sucromiles SA

VOCALES

JAIRO GUTIÉRREZ JARAMILLO

Ingeniero Electricista

Gerente

Recuperamos Instrumentación S.A.

NEFTALÍ ROJAS TORRES

Ingeniero Electricista

Jefe de Instrumentación y Electricidad

Industrias del Maíz S.A.

Secretario Técnico

WILLIAM ROSERO AGUILAR

Subdirector

Centro de Electricidad y Automatización Industrial - C.E.A.I.

SENA – Regional Valle

COMITÉ TÉCNICO

PAÚL OSWALDO PEÑA CORTES – Gerente Regional Festo Ltda.

LINA MARIA HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ – Ingeniera de proyectos W-L LLC

MATHAR SILVIA MÁRQUEZ – Gerente de instrumentación SAB Miller Bavaria SA

MARTHA LUCIA OROZCO – Docente Universidad del Valle

JUAN CARLOS CRUZ ARDILA – Director formación Tecnológica Universidad San Buenaventura Cali

JUAN CARLOS AGUILAR PARRA – Jefe de Instrumentación y Control - Sucromiles SA

NEFTALÍ ROJAS TORRES - Jefe de Instrumentación y Electricidad

Industrias del Maíz S.A.

JAIRO GUTIÉRREZ JARAMILLO – Gerente Recuperamos Instrumentación SA

RODRIGO MARTÍNEZ DÍAZ -Ingeniero electricista - Vicerrector académico

Institución Universitaria Antonio José Camacho

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:

Universidad Simón Bolívar de Barranquilla
Universidad Central de Bogotá
Universidad EAFIT de Medellín
Universidad Nacional de Manizales
Pontificia Universidad Javeriana de Cali
Universidad Cooperativa de Cali

Quienes amablemente nos brindaron apoyo con los estudiantes para la realización de las encuestas.

Las 112 Empresas que colaboraron para que se realizara esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

<i>PRESENTACIÓN</i>	1
<i>INTRODUCCIÓN</i>	2
<i>DEFINICIONES Y CONCEPTUALIZACIÓN</i>	4
<i>METODOLOGÍA</i>	6
Población objetivo	6
Diseño muestral y tamaño de muestra	6
Parámetros a estimar	7
<i>1. ENTORNO TECNOLÓGICO</i>	9
1.1. Procesos productivos.....	10
1.2. Tecnologías utilizadas en los procesos productivos.....	12
1.3. Proveedores de tecnología.....	13
1.4. Equipos utilizados en los procesos productivos	14
1.5. Características de los equipos empleados en procesos productivos	15
1.6. Sistemas de gestión de calidad.....	16
1.7. Contribución a la innovación y desarrollo tecnológico.....	18
1.8. Indicadores de productividad y competitividad.....	19
<i>2. ENTORNO OCUPACIONAL</i>	20
2.1. Ocupaciones existentes y empleados por ocupación	21
2.2. Ocupaciones Emergentes.....	23
2.3. Dinámica del empleo en la sub-área.....	24

2.3.1. Dinámica del empleo en la sub-área de Instrumentación y Automatización ⁹	27
2.4. Formas de vinculación al trabajo	29
2.5. Niveles Ocupacionales	32
2.6. Distribución del personal empleado por niveles	32
2.7. Salario por nivel ocupacional	35
2.8. Relaciones funcionales y ocupacionales con otras sub-área.....	38
2.9. Normas de Competencia Laboral	40
2.10. Empleados con necesidad de certificación laboral en la sub-área	41
2.11. Efectos de la globalización.....	43
2.12. Participación en el empleo total	44
<i>3. ENTORNO EDUCATIVO</i>	<i>45</i>
3.1. Oferta de capacitación y formación	46
3.1.1. Oferta educativa del SENA	47
3.1.2. Oferta educativa de otras instituciones.....	49
3.2. Problemas en el requerimiento de servicios de capacitación y formación	56
3.3. Empleados con necesidad ser calificados	57
3.4. Ocupaciones donde se requiere calificar trabajadores	59
3.5. Nivel educativo de la población ocupada	60
<i>4. ENTORNO ORGANIZACIONAL</i>	<i>64</i>
4.1. Productos y servicios	65
4.1.1. Bienes ofrecidos	67
4.1.2. Servicios ofrecidos	69
4.2. Gremios y Organizaciones	70
4.3. Sistemas de gestión y administración.....	71

4.4. Clientes.....	72
4.5. Relación comercial con clientes.....	72
4.6. Relaciones comerciales con proveedores.....	73
4.7. Organización de la sub-área	74
4.8. Entidades reguladoras	76
4.8.1. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.....	76
4.8.2. Cámara y Comercio.....	77
4.8.3. Subdirección de Prácticas Comerciales	77
4.8.4. Superintendencia de Industria y Comercio.....	77
4.9. Entidades relacionadas.....	77
4.9.1. Centros De Formación Y Servicios Tecnológicos Del SENA.....	77
4.9.2. Centros de Investigación.....	77
4.10. Marco legal y políticas	78
<i>5. ENTORNO ECONÓMICO</i>	<i>81</i>
5.1. Volúmenes de producción.....	81
5.2. Importaciones	83
5.3. Procedencia de Importaciones	84
5.4. Exportaciones	87
5.5. Destinos de exportaciones.....	88
5.6. Acuerdos comerciales	90
5.7. Inversiones previstas en la sub-área.....	91
5.8. Fuentes de financiación	92
5.8.1. Participación (%) en las exportaciones nacionales.	93
5.8.2. Situación de mercado:	94
5.8.3. Importancia del área:	94
<i>6. TENDENCIAS.....</i>	<i>95</i>
6.1. Cambios en la empresa en relación con la base tecnológica.....	95

6.2. Cambios en productos	96
6.3. Tendencias de los mercados	98
6.4. Tendencias tecnológicas.....	99
6.5. Cambios en la normatividad	100
6.6. Tendencias Ocupacionales.....	101
6.7. Cambios en la capacitación y formación	102
6.8. Cambios en las fuentes de información	103
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
7.1. Entorno Tecnológico	105
7.2. Entorno Ocupacional.....	105
7.3. Entorno Educativo	106
7.4. Entorno Organizacional	107
7.5. Entorno Económico	107
7.6. Tendencias.....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Distribución de la población</i>	<i>6</i>
<i>Tabla 2. Distribución de la muestra por ciudad.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 3. Distribución de la muestra por tipo de mercado</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 4. Principales procesos productivos por ciudad.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 5. Principales procesos productivos por tipo de mercado</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 6. Principales tecnologías utilizadas en los procesos productivos</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 7. Principales tecnologías utilizadas en los procesos productivos por tipo de mercado.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 8. Principales proveedores de tecnología</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 9. Principales proveedores de tecnología por tipo de mercado</i>	<i>14</i>
<i>Tabla 10. Equipos utilizados en procesos productivos</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 11. Equipos utilizados en procesos productivos por tipo de mercado</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 12. Características de los equipos utilizados en procesos productivos</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 13. Características de los equipos utilizados en procesos productivos por tipo de mercado ..</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 14. Sistemas de gestión de calidad.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 15. Sistemas de gestión de calidad por tipo de mercado.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 16. Inversión en innovación y desarrollo por ciudad</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 17. Inversión en innovación y desarrollo por tipo de mercado</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 18. Indicadores de productividad y competitividad otras industrias manufactureras.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 19. Ocupaciones existentes en procesos productivos por ciudad</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 20. Ocupaciones existentes en procesos productivos por tipo de mercado</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 21. Ocupaciones emergentes</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 22. Ocupaciones emergentes por tipo de mercado</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 23. Empleados en los procesos productivos</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 24. Empleados en los procesos productivos por ciudad.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 25. Empleados en los procesos productivos – Tipo de mercado.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 26. Empleados sub-área Instrumentación y Automatización</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 27. Funciones sub-área de Instrumentación y Automatización.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 28. Empleados por tipo de contrato.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 29. Empleados por tipo de contrato y ciudad</i>	<i>30</i>

<i>Tabla 30. Empleados por tipo de contrato - Tipo de mercado.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 31. Niveles ocupacionales.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 32. Empleados por nivel ocupacional.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 33. Empleados por nivel ocupacional por ciudad</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 34. Empleados por nivel ocupacional - Tipo de mercado.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 35. Salarios por nivel ocupacional.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 36. Salarios por nivel ocupacional por ciudad.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 37. Salarios por nivel ocupacional por ciudad – Tipo de mercado</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 38. Sub-área de desempeño relacionadas.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 39. Sub-área de desempeño relacionadas por tipo de mercado.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 40. Normas de competencias laborales por ciudad</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 41. Normas de competencias laborales por tipo de mercado.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 42. Empleados con necesidad de certificación en competencias laborales.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 43. Empleados con necesidad de certificación en competencias laborales – Tipo de mercado</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 44. Insumos, procesos y productos del sistema nacional de formación para el trabajo- SNFT</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 45. Oferta SENA de programas y cursos</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 46. Oferta de educativa de otras instituciones.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 47. Problemas en los servicios de capacitación por ciudad</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 48. Problemas en los servicios de capacitación – Tipo de mercado</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 49. Empleados con necesidad de ser calificados.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 50. Empleados con necesidad de ser calificados por tipo de mercado</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 51. Ocupaciones a capacitar por ciudad.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 52. Ocupaciones a capacitar por tipo de mercado</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 53. Escolaridad de los empleados.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 54. Escolaridad de los empleados por ciudad</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 55. Escolaridad de los empleados por – Tipo de mercado</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 56. Distribución de la actividad de las empresas por ciudad</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 57. Distribución de la actividad de las empresas por tipo de mercado.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 58. Bienes ofrecidos por ciudad.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 59. Bienes ofrecidos por tipo de mercado</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 60. Servicios ofrecidos.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 61. Pertenencia a gremios y organizaciones.....</i>	<i>70</i>

<i>Tabla 62. Pertenencia a gremios y organizaciones por tipo de mercado</i>	70
<i>Tabla 63. Sistemas de gestión y administración</i>	71
<i>Tabla 64. Sistemas de gestión y administración por tipo de mercado</i>	71
<i>Tabla 65. Clientes anuales</i>	72
<i>Tabla 66. Clientes anuales por tipo de mercado</i>	72
<i>Tabla 67. Relación comercial con clientes por ciudad</i>	73
<i>Tabla 68. Relación comercial con clientes por tipo de mercado</i>	73
<i>Tabla 69. Relación comercial con proveedores</i>	73
<i>Tabla 70. Relación comercial con proveedores por tipo de mercado</i>	74
<i>Tabla 71. Percepción sobre la organización de la sub-área</i>	74
<i>Tabla 72. Percepción sobre la organización de la sub-área por tipo de mercado</i>	75
<i>Tabla 73. Ventas por ciudad</i>	81
<i>Tabla 74. Ventas por tipo de mercado</i>	82
<i>Tabla 75. Importaciones por ciudad</i>	83
<i>Tabla 76. Importaciones por tipo de mercado</i>	83
<i>Tabla 77. Procedencia de las importaciones por ciudad</i>	84
<i>Tabla 78. Procedencia de las importaciones por tipo de mercado</i>	85
<i>Tabla 79. Procedencia de las importaciones</i>	86
<i>Tabla 80. Exportaciones por ciudad</i>	87
<i>Tabla 81. Exportaciones por tipo de mercado</i>	87
<i>Tabla 82. Exportaciones por ciudad</i>	88
<i>Tabla 83. Exportaciones por tipo de mercado</i>	89
<i>Tabla 84. Valor exportaciones según destino</i>	90
<i>Tabla 85. Alianzas estratégicas por ciudad</i>	90
<i>Tabla 86. Alianzas estratégicas</i>	91
<i>Tabla 87. Alianzas estratégicas por tipo de mercado</i>	91
<i>Tabla 88. Fuentes de financiación por ciudad</i>	92
<i>Tabla 89. Fuentes de financiación Por tipo de mercado</i>	93
<i>Tabla 90 Cambios organizacionales</i>	96
<i>Tabla 91. Cambios organizacionales Por tipo de mercado</i>	96
<i>Tabla 92. Cambios en productos</i>	97
<i>Tabla 93. Cambios en productos por Tipo de mercado</i>	97
<i>Tabla 94. Tendencias de los mercados</i>	98
<i>Tabla 95. Tendencias de los mercados por Tipo de mercado</i>	99

<i>Tabla 96. Tendencias tecnológicas</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 97. Tendencias tecnológicas por Tipo de mercado.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 98. Cambios normativos</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 99. Cambios normativos por tipo de mercado</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 100. Cambios ocupacionales</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 101. Cambios en la capacitación y la formación.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 102. Cambios en la capacitación y la formación tipo de mercado.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 103 Fuentes de información.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 104. Fuentes de información por tipo de mercado.....</i>	<i>104</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfica 1. Distribución de la muestra por ciudad.....</i>	<i>7</i>
<i>Gráfico 3. Empleados en los procesos productivos.....</i>	<i>25</i>
<i>Gráfico 5. Empleados en los procesos productivos – Tipo de mercado.....</i>	<i>27</i>
<i>Gráfico 6. Distribución promedio de ocupaciones sub-área Instrumentación y Automatización</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 7. Salarios por nivel ocupacional.....</i>	<i>28</i>
<i>Gráfico 8. Tipo de contratación</i>	<i>29</i>
<i>Gráfico 9. Empleados por tipo de contrato.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 10. Empleados por tipo de contrato – Tipo de sociedad.....</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 11. Empleados por Nivel Ocupacional.....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 12. Empleados por nivel ocupacional por ciudad.....</i>	<i>34</i>
<i>Gráfico 13. Empleados por nivel ocupacional por tipo de empresa.....</i>	<i>35</i>
<i>Gráfico 14. Salarios por nivel ocupacional.....</i>	<i>36</i>
<i>Gráfico 15. Salarios por nivel ocupacional por ciudad.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfico 16. Salarios por nivel ocupacional - Tipo de mercado.....</i>	<i>37</i>
<i>Gráfico 17. Problemas en los servicios de capacitación.....</i>	<i>56</i>
<i>Gráfico 18. Empleados con necesidad de calificar.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 19. Empleados con necesidad de calificar por ciudad.....</i>	<i>58</i>
<i>Gráfico 20. Ocupaciones a capacitar.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 21. Escolaridad de los empleados.....</i>	<i>61</i>
<i>Gráfico 22. Escolaridad de los empleados por ciudad.....</i>	<i>62</i>
<i>Gráfico 23. Distribución de la actividad de las empresas.....</i>	<i>66</i>
<i>Gráfico 24. Servicios ofrecidos.....</i>	<i>69</i>
<i>Gráfico 25. Relación comercial con clientes.....</i>	<i>72</i>
<i>Gráfico 26. Relación comercial con proveedores.....</i>	<i>73</i>
<i>Gráfico 27. Organización de la sub-área.....</i>	<i>74</i>
<i>Gráfico 28. Estructura Sistema Nacional de Formación para el Trabajo.....</i>	<i>76</i>
<i>Gráfico 29. Ventas por ciudad.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfico 30. Ventas por tipo de mercado.....</i>	<i>82</i>
<i>Gráfico 31. Importaciones por ciudad.....</i>	<i>83</i>

<i>Gráfico 32. Importaciones por tipo de mercado.....</i>	<i>84</i>
<i>Gráfico 33. Procedencia de las importaciones por ciudad.....</i>	<i>85</i>
<i>Gráfico 34. Valor de las importaciones según procedencia.....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfico 35. Promedio de exportaciones por ciudad.....</i>	<i>87</i>
<i>Gráfico 36. Destino de las exportaciones.....</i>	<i>88</i>
<i>Gráfico 37. Valor de las exportaciones según destino.....</i>	<i>89</i>
<i>Gráfico 38. Alianzas estratégicas.....</i>	<i>91</i>
<i>Gráfico 39. Presupuesto de inversión para el 2007 por ciudad.....</i>	<i>92</i>
<i>Gráfico 40. Fuentes de financiación.....</i>	<i>93</i>
<i>Gráfico 41. Cambios en la estructura organizacional.....</i>	<i>95</i>
<i>Gráfico 43. Tendencias de los mercados.....</i>	<i>98</i>
<i>Gráfico 44. Tendencias tecnológicas.....</i>	<i>99</i>
<i>Gráfico 45. Cambios normativos.....</i>	<i>100</i>
<i>Gráfico 46. Fuentes de información.....</i>	<i>103</i>

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO 1 Formulario de recoleccion de informacion</i> _____	<i>113</i>
<i>ANEXO 2 Formulas estadísticas</i> _____	<i>118</i>
<i>ANEXO 3 Centros de investigación</i> _____	<i>120</i>

PRESENTACIÓN

El desarrollo de la tecnología esta impulsando día a día la necesidad de cambiar la forma de trabajar en las empresas. Abrir mercados, competir internacionalmente con empresas de alto desempeño, promueve la modernización y actualización de las estructuras organizacionales como parte de la mejora continua.

Esta búsqueda de las empresas por cambiar su modelo organizacional para el trabajo, ha comenzado de forma pausada en algunas empresas y en otras mucho mas rápido dependiendo de los objetivos trazados así como de los volúmenes y complejidad de la producción, convirtiendo los cargos estrictamente definidos en grupos de funciones que entregan resultados completos. Este cambio está llevando a una mayor exigencia del desempeño de los trabajadores y a una definición más precisa de las funciones que deben realizar en su puesto de trabajo, en donde no solo se comprometan sus habilidades sino también sus conocimientos y cualidades.

Basados entonces en la necesidad que tienen las empresas de responder a los cambios laborales, se hace indispensable la implementación de nuevas sub-área de desempeño que permitan ampliar el conocimiento y desarrollar habilidades en las líneas de trabajo que las requieran, fomentando así nuevos proyectos de formación profesional en donde se vea reflejado además del título como profesional las competencias laborales que ha adquirido a través de la práctica empresarial.

De esta forma el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) ha venido trabajando desde 1999 en la Elaboración de Normas de Competencia Laboral para todas las áreas que se desenvuelven en el ámbito laboral, y que no son reconocidas. Con éstas herramientas los empresarios y directivos de nuestro país seleccionarán el personal más idóneo y capacitado, tendrán instrumentos de desarrollo, orientación, formación, evaluación y reconocimiento para el trabajador.

Este trabajo es el primer paso para la creación de las Normas de Competencia Laboral de la sub-área de desempeño de Instrumentación y Automatización, y representa la base para la elaboración de los programas de formación profesional y el proceso de certificación de los empleados. Fue realizado con los aportes de empresarios y trabajadores de esta sub-área, de la Mesa Sectorial y el SENA.

INTRODUCCIÓN

Con el transcurrir del tiempo se ha visto cómo los mercados han ido evolucionando para ser cada vez más exigentes, presentando cambios constantes, obligando a las empresas a mantener un mejoramiento continuo en todos y cada uno de sus procesos para poder lograr una ventaja competitiva a nivel nacional e internacional. Para ello se debe emplear la integración de diversas metodologías de planeación y previsión de estos cambios, con políticas y criterios que les permitan mantenerse en el mercado con éxito.

Es por esto que el Gobierno ha diseñado un plan de desarrollo, no solo a nivel empresarial, sino también educativo, en donde participa activamente el SENA, formando los profesionales con los perfiles necesarios para competir a nivel mundial. Para ello han realizado diferentes mesas sectoriales con el fin de "discutir y proponer políticas para el mejoramiento de la formación para el trabajo en cada uno de las áreas y sub-área de desempeño"¹; una de ellas es la Mesa Sectorial de Instrumentación y Automatización que inició sus trabajos en septiembre del año 2006.

Dentro de las actividades programadas por la mesa se encuentra la realización del estudio de caracterización que se orienta a la descripción de los entornos: tecnológico, ocupacional, educativo, económico y organizacional, para identificar el estado actual y las tendencias de cambio en la sub-área de Instrumentación y Automatización en Colombia.

El desarrollo de este estudio es fundamental para definir las normas de competencia laboral del talento humano, e identificar las áreas prioritarias de formación que requieren los integrantes de la sub-área. La información resultante ayudará a orientar la oferta educativa en la búsqueda de proveer talento humano competitivo y de calidad, constituyéndose en un insumo fundamental para formular e implementar un Sistema de Certificación para el *Sistema Nacional de Formación para el Trabajo* en las áreas de Instrumentación y Automatización.

De igual manera, facilita la toma de decisiones, permitiendo definir mejores estrategias, con el fin de desarrollar el empleo y garantizar condiciones de trabajo favorables para los empleados y los empresarios.

Las personas, el trabajador, o mejor aún, el ser humano, tiende cada vez mas a buscar el desarrollo integral de sí mismo, esto debido a las circunstancias cambiantes que se encuentran en los diferentes entornos donde se mueve. El entorno del trabajo, materia de investigación del presente estudio, es una de las áreas donde el ser humano expresa su individualidad, la cual estará

¹ SENA. Acuerdo Número 000011 DE Julio 19 de 2005

moldeada por los diferentes hechos y circunstancias que le rodean, principalmente por la existencia o no, de un plan de desarrollo de carrera.

En el entorno laboral, el plan carrera o el plan concreto de hacia donde puedo dirigirme profesionalmente como colaborador o trabajador, mejora la calidad del trabajo, el estatus y los ingresos. Es una herramienta estructurada que permite al trabajador visualizarse en el futuro y saber de que forma determinada puede avanzar, crecer y evolucionar no solo como colaborador de una empresa sino también como ser humano.

El objetivo del presente estudio es sentar las bases para esclarecer las actividades y partir de ellas las habilidades que requiere un trabajador de la sub-área de Instrumentación y la Automatización en nuestro país para desarrollar eficientemente una función en una ocupación específica.

DEFINICIONES Y CONCEPTUALIZACIÓN

Las *Mesas Sectoriales* son uno de los mecanismos operativos básicos del Sistema y su objetivo fundamental es concertar las Normas de Competencia Laboral que se utilizarán como referente para certificar la idoneidad de los trabajadores de cada sector y como insumo para elaborar, actualizar y desarrollar programas de formación. En la mesa están representados los protagonistas de la sub-área, quienes han tomado la firme decisión de apoyar la conformación del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo y, en consecuencia, han venido trabajando arduamente para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Un *área de desempeño* es un sector de la actividad productiva, delimitado por la misma naturaleza de trabajo donde, el conjunto de funciones que desarrollan sus trabajadores tiene como propósito común producir bienes o servicios de similar especie. La Clasificación Nacional de Ocupaciones de Colombia tiene 10 áreas de desempeño.

Una *sub-área de desempeño* es un subconjunto de un área de desempeño donde las funciones que desarrollan los trabajadores tienen como propósito común producir un grupo homogéneo de bienes o servicios.

La *clasificación nacional de ocupaciones (c.n.o.)* es la organización sistemática de las ocupaciones existentes en el mercado laboral colombiano, atendiendo a dos criterios de clasificación: el área de desempeño y el nivel de competencia.

La *competencia laboral* es la aplicación de conocimientos habilidades, comprensiones y valores a la realización de funciones productivas dentro de un área ocupacional, alcanzando en contextos cambiantes los niveles de desempeño esperados en el trabajo.

La *certificación de competencia laboral* es un acto por el cual un organismo certificador debidamente acreditado, testifica por documento escrito, que una persona ha demostrado de conformidad con una Norma de Competencia Laboral que es competente para el desempeño laboral.

Las *normas de competencia laboral* son el estándar reconocido por trabajadores y empresarios, que describe los resultados que un trabajador debe lograr en el desempeño de una función laboral, los contextos donde ocurre ese desempeño, los conocimientos que debe aplicar y las evidencias que puede presentar para demostrar su competencia.

Una ocupación es un conjunto de puestos de trabajo con funciones laborales afines cuyo desempeño requiere competencias comunes para obtener los resultados que requiere el sistema productivo.

Los temas básicos del estudio de caracterización ocupacional son:

Entorno Tecnológico: comprende la descripción de los procesos productivos relevantes, así como, las principales tecnologías, equipos utilizados y sus proveedores, informa acerca de los sistemas de gestión de calidad utilizados y las inversiones en innovación y desarrollo tecnológico. Busca identificar el avance de las nuevas tecnologías, ejes fundamentales para el desarrollo y las innovaciones. Se relaciona con la dinámica del mejoramiento y perfeccionamiento de los procesos productivos.

Entorno Ocupacional: estudia la estructura de las empresas, los niveles jerárquicos y las áreas funcionales, las condiciones actuales de los empleados en cuanto al tipo de contratación, condiciones salariales y pretende establecer la clasificación de las profesiones de la sub-área, las tendencias del empleo, los oficios, las ocupaciones y el perfil ocupacional de las diferentes organizaciones.

Entorno Educativa: se identifica el nivel educativo de los empleados, la oferta de capacitación y formación para la sub-área y sus principales dificultades, la cobertura, el énfasis y las necesidades actuales de formación.

Entorno Organizacional: Muestra los bienes y servicios que ofrecen las empresas, el tamaño del mercado atendido, las relaciones con clientes, proveedores, asociaciones y gremios, el manejo administrativo de las empresas y la percepción que tienen los empresarios acerca de la organización de la sub-área. Además, pretende identificar el marco legal y las entidades reguladoras en lo referente a políticas y normas.

Entorno Económico: El entorno económico busca precisar las fuentes de recursos económicos para el desarrollo de las actividades de la sub-área, volúmenes de producción, exportaciones, importaciones, participación en la economía nacional, inversiones previstas, situación actual del mercado, acuerdos comerciales, etc.

Tendencias: Indaga sobre las perspectivas de los diferentes entes que componen esta sub-área de desempeño sobre los posibles cambios que se presentaran en un futuro cercano en la sub-área.

Estos entornos fueron analizados principalmente por fuentes primarias, recogidas a través de entrevistas personales a los diferentes actores de la sub-área y otra parte fue obtenida de diferentes fuentes secundarias².

² SENA. Metodología para la elaboración de normas de competencias laborales. 2003

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio con una metodología cuantitativa, cuya información fue obtenida tanto de fuentes primarias como secundarias, la información primaria se obtuvo a través de una encuesta semiestructurada (preguntas abiertas y cerradas), aplicada en forma personalizada a los jefes de los procesos productivos y/o persona con conocimiento de la información requerida en cada entorno, la información secundaria se obtuvo principalmente de Internet.

Población objetivo

La población objetivo del estudio está conformada por las empresas que a nivel nacional están relacionadas con la sub-área de desempeño de Instrumentación y Automatización. Para realizar el estudio se incluyeron las empresas que ofertan los productos y servicios de esta sub-área, así como aquellas empresas que demandan dichos productos y servicios y a su vez, dentro de su organización cuentan con un grupo humano que también los oferta.

Se seleccionaron las seis (6) principales ciudades de Colombia (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Manizales). La distribución de la población objeto de estudio se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1 Distribución de la población

Ciudad	No. de Empresas
Cali	96
Medellín	43
Barranquilla	70
Bogotá	72
Bucaramanga	26
Manizales	39
Total	346

Fuente: Resultado de la investigación

Diseño muestral y tamaño de muestra

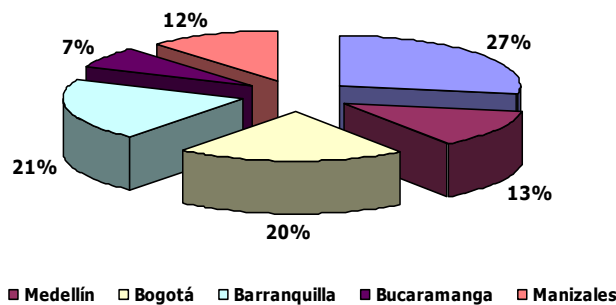
Se realizó un diseño de muestra, aleatorio estratificado con asignación proporcional por ciudad, para una muestra total de 112, de las cuales 31 se realizaron en Cali y su zona de influencia, 23 en Bogotá y Barranquilla, 14 en Medellín, 12 en Manizales y 8 en Bucaramanga. Las estimaciones tienen un error absoluto del 10% y una confiabilidad del 99%.

Tabla 2. Distribución de la muestra por ciudad

Ciudad	No. de Empresas	%
Cali	31	28%
Medellín	14	13%
Barranquilla	23	21%
Bogotá	23	21%
Bucaramanga	8	7%
Manizales	13	12%
Total	112	100%

Fuente: Resultado de la investigación

Gráfica 1. Distribución de la muestra por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación

Tabla 3. Distribución de la muestra por tipo de mercado

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
Demanda	26	12	10	17	6	11	82
Oferta	5	2	13	6	2	2	30

Fuente: Resultado de la investigación

La Tabla 3 muestra la distribución de empresas por tipo de mercado, existe una mayor proporción de empresas de demanda en la muestra que cuentan con áreas especializadas en Instrumentación y Automatización, que aquellas cuya unidad de negocio es la oferta de servicios.

Parámetros a estimar

Se analizaron cada una de las características o variables definidas para los entornos a estudiar en ésta caracterización de acuerdo con los términos de referencia creados por la mesa sectorial y el SENA, plasmados en la encuesta aplicada para este estudio y previamente aprobada por la mesa sectorial y reajustada después de la prueba piloto, donde se realizaron tres encuestas, con el fin de recoger aportes que permitieran enriquecer el cuestionario diseñado inicialmente y realizar los ajustes necesarios, para dar cumplimiento con el objetivo y alcance del mismo. Se estimaron,

proporciones, medias, mínimos, máximos y totales, dependiendo de cada una de las variables a analizar

La presentación de los resultados a lo largo del documento se realiza a través de tablas y gráficos con los resultados del documento para facilitar su lectura, éstos resultados se presentan para cada una de las ciudades y para el total de la muestra.

A manera de ejemplo se presenta un fragmento de la tabla de los principales equipos utilizados, en ella cada ciudad es tratada como un universo independiente para poder observar las tendencias existentes al interior de cada una, al final de la tabla se encuentran los resultados del total de la muestra, con el fin de observar las tendencias en el conjunto de ciudades incluidos en el estudio.

Tabla de Orientación para la lectura del documento

	Ciudad						
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	Total
PCL	87	50	78	83	50	62	74
Sensores	90	79	57	78	50	54	72
Controladores	81	50	52	70	25	54	62
Válvulas	68	57	43	70	13	77	59

1. ENTORNO TECNOLÓGICO

Busca identificar el avance de las nuevas tecnologías, ejes fundamentales para el desarrollo y las innovaciones. Se relaciona con la dinámica del mejoramiento y perfeccionamiento de los procesos productivos.

La tecnología es la principal herramienta de la sub-área de Instrumentación y Automatización, es su motor. En el entorno competitivo de hoy, quien no se apoye en la tecnología puede quedar fuera de los estándares exigidos por el mercado; por esta razón, su radical influencia en el perfeccionamiento de los procesos productivos.

Ahora, no solo es herramienta fundamental en procesos de transformación de materia prima, también impulsa los procesos administrativos, el mantenimiento, el control de procesos en las empresas que demandan, y soporta la prestación de servicios en el sector de oferta.

En los últimos diez años el Gobierno Nacional ha puesto todo su empeño en fortalecer la rama de la ciencia y la tecnología por medio del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, (Colciencias), el SENA, el Ministerio de Comercio Exterior y de Desarrollo Económico y otras entidades, aportando recursos para que financien proyectos que mejoren la competitividad empresarial. Tanto así, que la inversión pública y privada en el año 2006 llegó aproximadamente al 0.8% del PIB para el desarrollo científico y tecnológico, después de haber propuesto el 0.6% en el 2006, se estima que para el 2016 llegará al 1.5% del PIB³.

Es por ésto que el Gobierno tiene planeado para el 2008, asignarle a Colciencias un presupuesto de ciento sesenta mil millones de pesos (\$160.000.0000.000)³ con el propósito de fomentar el desarrollo Tecnológico, impulsar la investigación científica, la innovación, y financiar proyectos de investigación, tal como se expone en el Plan Nacional de Desarrollo: *"se fortalecerá la articulación entre el sector educativo y sector productivo; se otorgará apoyo directo a la innovación y al desarrollo tecnológico en empresas; se fomentará la transferencia de tecnología; se apoyarán procesos innovadores; se propenderá por dar estabilidad jurídica a los inversionistas; y se fomentará los clusters industriales, todo esto con una perspectiva regional"*.

Además expone lo siguiente: *"Los sectores o encadenamientos productivos de mayor contenido de conocimiento y desarrollo tecnológico serán el sujeto prioritario de la política selectiva de desarrollo productivo. Podrán ser consideradas como prioritarios y sujeto de programas sectoriales de alto impacto, aquellos sectores o actividades productivas que reportan un elevado potencial de*

³ Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Sitio Web 2007

generación de empleo e ingreso, una amplia cobertura espacial en el territorio nacional, un evidente potencial de inserción competitiva en mercados globalizados y que creen una demanda derivada con fuertes efectos multiplicadores sobre el resto de la economía”⁴.

Colciencias ha recibido 1.555 anteproyectos de los cuales el 8% buscan promover el desarrollo industrial y el 10% el desarrollo tecnológico en Colombia dando paso a la transformación de nuestro país, incrementando el desarrollo social y económico⁵.

También el SENA hoy por hoy esta fomentando la investigación tecnológica para que las empresas optimicen sus recursos y sean competitivas en los diferentes sectores productivos. Promueve la innovación y el desarrollo tecnológico en las PYMES facilitando el acceso a créditos. En el 2006 realizó un acuerdo de cooperación con la Sociedad de Transferencia de Tecnología de Israel (HAIGUD) para intercambiar tecnología que pueda ser utilizada por los estudiantes para su aprendizaje y conocimiento.

El Gobierno esta interesado en que la tecnología y la educación vayan de la mano, porque es así como se crean nuevos pequeños empresarios *“El desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país hace parte de la política de Revolución Educativa, primera herramienta de equidad del Plan de Reactivación Social y Económica del Gobierno Nacional”⁶.*

1.1. Procesos productivos

Los principales procesos productivos de las empresas seleccionadas para estudiar la sub-área de Instrumentación y Automatización son: la transformación de materias primas (68%) y la recepción y despacho de materias primas y productos (30%). (Tabla 4)

Lo anterior, se ve reflejado en el crecimiento que tuvo la producción industrial del país del 8.07% en el 2006, demostrando que cada día se produce más en los sectores de almidones, trapiche, refinerías, automotores, minerales no metálicos, entre otros y se importa menos, factor que beneficia al país porque se puede competir con otros en cuanto a este tipo de productos⁶.

⁴ Presidencia de la Republica. Sitio Web 2007

⁵ SNE. Presidencia de la Republica. Sitio Web 2007

⁶ Comunicación Interna y Externa y Ministerio de Relaciones Exteriores. Colpositiva. Sitio Web 2006

Tabla 4. Principales procesos productivos por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Transformación de materias primas	71	86	30	74	75	92	68
Recepción y despacho de materias primas y productos	32	36	9	30	50	46	30
Empaque y embalaje	19	21		13	25	23	15
Almacenamiento	13	21		9	13	38	13
Desarrollo de Ingeniería	13	7	26	9		8	13
Generación, transformación y distribución de electricidad	10		9	9	13		7
Tratamiento de aguas	16			9			6
Manejo de fluidos	6		4	9		8	5
Automatización industrial			4	17		8	5
Ingeniería de productos para automatización	6	7	4	4			4
Generación de vapor	6					15	4
Ingeniería de diseño			4		13	8	3
Comercializar			9				2
Ensamble aires acondicionados			4				1
Cadena productiva de hidrocarburos			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 1

En el mercado de demanda el proceso principal es la transformación de la materia prima, mientras que para el mercado de oferta los principales procesos son el de la recepción y despacho de materias primas y productos y el desarrollo de ingeniería. (Tabla 5)

Tabla 5. Principales procesos productivos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Transformación de materias primas	89	10	68
Recepción y despacho de materias primas y productos	32	27	30
Empaque y embalaje	18	7	15
Almacenamiento	16	7	13
Desarrollo de Ingeniería	4	37	13
Generación, transformación y distribución de electricidad	5	13	7
Tratamiento de aguas	5	10	6
Manejo de fluidos	2	13	5
Automatización industrial		20	5
Ingeniería de productos para automatización	1	13	4
Generación de vapor	2	7	4
Ingeniería de diseño		10	3
Comercializar		7	2
Ensamble aires acondicionados	1		1
Cadena productiva de hidrocarburos	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 1

1.2. Tecnologías utilizadas en los procesos productivos

No se pueden concebir hoy en día en el país los procesos productivos sin el uso de Tecnologías de Control Secuencial y Combinacional basadas en PLCs y DCSs a los cuales se envía la información de las diferentes variables a controlar por medio de los elementos primarios de medición mediante el uso de la Instrumentación Electrónica; efectuándose los cambios requeridos en las variables manipuladas usando Tecnologías Neumática, Hidráulica y Electromecánica. Es también común hoy el uso de Tecnologías de Comunicación entre sistemas de control y/o entre variables y sistemas de control tales como el Internet, Buses Campo (Fieldbus, Profibus, Devicenet, Modbus Plus, etc.) al igual como la comunicación Inalámbrica (Wireless). (Tabla 6)

Tabla 6. Principales tecnologías utilizadas en los procesos productivos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Control secuencial (PLC)	87	50	78	78	63	69	75
Instrumentación electrónica	68	64	70	78	25	69	67
Neumática	71	57	30	61	50	77	58
Control digital (DCS, PC, scada)	52	29	61	43	13	8	41
Uso de Internet	45	43	35	35	38	31	38
Control de lazos sencillos	52	14	48	35	13	31	38
Manual	19	71	22	48	13	62	37
Buses de campo	29	14	52	22		8	26
Transmisión inalámbrica	19	21	43	22	38	15	26
Software			9				2
Hidráulica						15	2
Videomonitoreo			4				1
Óptica laser			4				1
Comunicación de datos digitales			4				1
Control análogo oleohidráulico	3						1
Electromecánica						8	1
Intranet	3						1
No responde			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 2

Analizando desde el punto de vista de Oferta y Demanda se observa en la Tabla 7 que los usuarios de las tecnologías de Instrumentación y Control son los dos tipos de empresas ya que mientras los primeros son los usuarios finales y quienes implementan estas tecnologías en sus procesos productivos, los segundos son quienes seleccionan, configuran e instalan estas tecnologías.

Tabla 7. Principales tecnologías utilizadas en los procesos productivos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Control secuencial (PLC)	67	97	75
Instrumentación electrónica	59	90	67
Neumática	66	37	58
Control digital (DCS, PC, scada)	32	67	41
Uso de Internet	39	37	38
Control de lazos sencillos	32	53	38
Manual	46	10	37
Buses de campo	16	53	26
Transmisión inalámbrica	18	47	26
Software	1	3	2
Hidráulica	2		2
Videomonitoreo		3	1
Óptica laser		3	1
Comunicación de datos digitales	1		1
Control análogo oleohidráulico	1		1
Electromecánica	1		1
Intranet	1		1
No responde		3	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 2

1.3. Proveedores de tecnología

Tabla 8. Principales proveedores de tecnología

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
Siemens	68	71	39	65	63	69	62
Schneider	52	14	30	57	38	46	42
Rockwell (Allen bradley)	48	21	48	52	13	38	42
ABB	45	14	26	57		38	36
General Electric	45	36	17	39	25	23	33
OMRON	35	14	4	43	13	8	23
Endress + Housser	29		22	39			21
Emerson (Rosemount)	23		22	22	13	8	17
Invensys (foxboro)	13		22	22	13	15	15
Yokogawa	13			17	25	8	10
SMART	6	7		13	13	8	7
Opto 22	3		9	13	13	8	7
Danfoss	6			4			3
FESTO		7		4	13		3
Ninguno			4			8	2
Sierra Instruments	3	7					2
Koyo		7	4				2
Fisher	3		4				2
Daniel	3		4				2
Sumatronic		7	4				2
Hach Company	3						1
Cafesua		7					1
ITALPRESS			4				1
VEGA			4				1
HIMA			4				1
Enter			4				1
SAAB			4				1
Rotork			4				1
Stanford				4			1
Toshiba				4			1
Rong's				4			1
Thompson					13		1
Solaris	3						1
Printer	3						1
Electronica Lasser		7					1
Stream Line		7					1
No Responde			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 3

Entre los proveedores de Tecnología de Instrumentación y Control en el país se destacan compañías tales como Siemens, Schneider, Rockwell, ABB y General Electric entre otras. (Tabla 8)

Esta situación muestra como los proveedores extranjeros de tecnología son los que dominan el mercado nacional, escenario propicio para alentar al gobierno y entidades educativas en general, así como al sector privado y financiero para que promuevan el desarrollo de profesionales y empresas en este sector de oferta.

Tabla 9. Principales proveedores de tecnología por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Siemens	70	40	62
Schneider	43	40	42
Rockwell (Allen bradley)	40	47	42
ABB	39	27	36
General Electric	35	27	33
OMRON	24	20	23
Endress + Housser	18	27	21
Emerson (Rosemount)	15	23	17
Invensys (foxboro)	15	17	15
Yokogawa	11	7	10
SMART	6	10	7
OPTO 22	6	10	7
Danfoss	1	7	3
FESTO	4		3
Ninguno	2		2
Sierra Instruments	1	3	2
Koyo		7	2
Fisher		7	2
Daniel	1	3	2
Sumatronic	2		2
Hach Company		3	1
Cafesua	1		1
ITALPRESS		3	1
VEGA	1		1
HIMA		3	1
Enter		3	1
SAAB	1		1
Rotork	1		1
Stanford	1		1
Toshiba	1		1
Rong's	1		1
Thompson	1		1
Solaris	1		1
Printer	1		1
Electronica Lasser	1		1
Stream Line	1		1
No responde	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 3

1.4. Equipos utilizados en los procesos productivos

Entre los principales Equipos de Control utilizados en los diferentes procesos productivos en el país se encuentran: los PLCs, los Controladores de Lazo Sencillo y Multilazo, y los DCSs y Entre los principales Instrumentos de Campo utilizados tenemos: Sensores de diferentes tipos, Instrumentación Analítica, Transmisores, Válvulas de Control y Variadores de Velocidad. (Tabla 10)

Tabla 10. Equipos utilizados en procesos productivos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
PLC	87	50	78	83	50	62	74
Sensores	90	79	57	78	50	54	72
Controladores	81	50	52	70	25	54	62
Válvulas	68	57	43	70	13	77	59
Variadores	71	50	43	65	38	69	59
Transmisores	68	50	57	65	13	23	54
Básculas	55	79	26	43	25	77	50
Celdas de carga	52	36	22	30		38	34
Medición analítica	48	29	30	17		31	30
DCS	19	14	30	17			17
Computadores	3		9	4			4
Sistemas de seguridad	3		4	4			3
Ninguno			4				1
Empacadora			4				1
Módulos de vibración			4				1
Hni's			4				1
Scada			4				1
Analizadores de gas			4				1
Soplado					13		1
Sistemas inteligentes				4			1
No responde					13		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 4

Tabla 11. Equipos utilizados en procesos productivos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
PLC	68	90	74
Sensores	68	83	72
Controladores	57	73	62
Válvulas	59	60	59
Variadores	60	57	59
Transmisores	45	77	54
Básculas	65	10	50
Celdas de carga	38	23	34
Medición analítica	32	27	30
DCS	11	33	17
Computadores	2	7	4
Sistemas de seguridad	1	7	3
Ninguno	1		1
Empacadora	1		1
Módulos de vibración		3	1
Hni's	1		1
Scada	1		1
Analizadores de gas		3	1
Soplado	1		1
Sistemas inteligentes		3	1
No responde	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 4

1.5. Características de los equipos empleados en procesos productivos

La Instrumentación Digital y Análoga, así como el uso de los Buses de Campo que han venido desarrollándose muy rápidamente y se han ido incorporando a las arquitecturas de control de las

empresas son el denominador común, pero, todavía la Instrumentación Neumática en especial en los elementos finales de control tiene gran aceptación y es vigente su uso en el país. (Tabla 12)

Tabla 12. Características de los equipos utilizados en procesos productivos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Digital	90	86	78	87	63	77	83
Neumático	61	57	35	61	50	85	57
Análogo	65	64	52	61	38	38	56
Comunicación digital	61	21	70	30	25	15	44
Protocolo abierto	29		52	9	13	8	22
Hidráulico	3					8	2
No responde			9				2
Manual			4				1
Wireless			4				1
DH485				4			1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 5

Como era de esperarse las Tecnologías de Control Digital y Análogo se utilizan ampliamente tanto en empresas que demandan éste tipo de equipos como de quienes los ofrecen, pero el uso de la Instrumentación Neumática esta fuertemente unido a las empresas de Transformación de Materias Primas. (Tabla 13)

Tabla 13. Características de los equipos utilizados en procesos productivos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Digital	80	90	83
Neumático	65	37	57
Análogo	59	50	56
Comunicación digital	34	70	44
Protocolo abierto	12	50	22
Hidráulico	2		2
No responde	1	3	2
Manual	1		1
Wireless		3	1
DH485	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 5

Las empresas del país actualmente tienden a emplear equipos que se caracterizan por tener mayores niveles de tecnología. A medida que pasa el tiempo, se ven menos procesos mecánicos ejecutados en forma manual, mostrando así que se busca constituir compañías más automatizadas mejorando la calidad de los procesos y la calidad de vida de las personas.

1.6. Sistemas de gestión de calidad

Las empresas que presentan altos grados de Automatización por lo general cumplen con normas y/o estándares Internacionales que les permiten ser competitivas, entre estas se encuentran la ISO 9000, ISO 14000, BASC, algunas Certificaciones otorgadas por el ICONTEC o implementan

herramientas de mejoramiento continuo como el BPM, TPM, etc. Sin embargo, empresas medianas o pequeñas todavía no utilizan ningún estándar de calidad o cumplen normas propias pero no de reconocimiento Nacional ni Internacional. (Tabla 14)

Tabla 14. Sistemas de gestión de calidad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
ISO9000	77	64	74	57	63	85	71
ISO14000	32	14	13	26	13	8	21
Ninguno	13	21	22	26	38	8	20
Seis Sigma	16			9			6
BPM	3	29				8	5
Oshas 18000	3	7	4				3
TPM	3	7					2
Retie		7		4			2
ICONTEC	3			4			2
HACCP	3	7					2
Sist CocaCola				4			1
No responde			4				1
Mejoramiento continuo				4			1
GMP	3						1
BASC	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 6

Es claro que tanto las empresas de Oferta como las de Demanda deben cumplir hoy con normas de calidad con reconocimiento Nacional o Internacional, en especial la ISO 9000, la cual es requerida a lo largo de toda la cadena productiva Proveedor-Empresa-Cliente. (Tabla 15)

Se observa como los sistemas de gestión de calidad se han ido convirtiendo en una herramienta básica para gestionar eficientemente el manejo de los recursos en las organizaciones. Son implementados para obtener productos y/o prestar servicios con la calidad que demanda el mercado, desarrollando sistemas integrales de gestión empresarial. Este mercado ha orientado sus esfuerzos por satisfacer las necesidades del cliente, esto se evidencia en el alto porcentaje de implementación de la norma ISO 9000, cuyo objetivo es éste.

Tabla 15. Sistemas de gestión de calidad por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
ISO9000	72	67	71
ISO14000	26	7	21
Ninguno	18	23	20
Seis Sigma	6	7	6
BPM	7		5
Oshas 18000	4		3
TPM	2		2
Retie		7	2
ICONTEC	2		2
HACCP	2		2
Sist CocaCola	1		1
No responde		3	1
Mejoramiento continuo		3	1
GMP	1		1
BASC	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 6

Administrar por procesos o siguiendo determinadas normas de manufactura en la industria le garantiza al cliente que el producto es fabricado bajo determinados estándares de producción, y es uno de los pasaportes para conseguir la aceptación de sus productos y servicios en los principales mercados nacionales e internacionales. Por esta razón se percibe la tendencia generalizada de la industria, a buscar certificaciones y entrenamientos que permitan estar a la vanguardia en los sistemas de gestión de calidad.

1.7. Contribución a la innovación y desarrollo tecnológico

La inversión en innovación y desarrollo tecnológico, en los tres últimos años en el país fue en promedio de \$1.484'090.164 de pesos. (Tabla 16)

Tabla 16. Inversión en innovación y desarrollo por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellin	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
N	16	10	10	14	4	7	61
Mínimo	3.500.000	10.000.000	5.000.000	5.000.000	40.000.000	2.500.000	2.500.000
Máximo	4.600.000.000	2.500.000.000	30.000.000.000	16.000.000.000	1.500.000.000	2.000.000.000	30.000.000.000
Media	1.288.812.500	779.000.000	3.082.300.000	1.825.571.429	560.000.000	499.642.857	1.484.090.164
Total Potencial Universo	123.726.000.000	33.497.000.000	215.761.000.000	131.441.142.857	14.560.000.000	19.486.071.429	513.495.196.721

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 7

Como era de esperarse, en el mercado las empresas del tipo Demanda tienen un promedio de inversión de \$1.916'366.957 de pesos, las de Oferta son las que tienen un promedio de inversión de \$158'533.333 de pesos, pues son las empresas transformadoras de materia prima las grandes consumidoras de tecnologías de Instrumentación y Control en sus procesos productivos, siendo las empresas de oferta un puente entre los fabricantes de tecnología y las empresas de demanda, reduciéndose su inversión a equipos e Instrumentos de Prueba, Configuración y Calibración. (Tabla 17)

Tabla 17. Inversión en innovación y desarrollo por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
N	46	15	61
Mínimo	2.500.000	5.000.000	2.500.000
Máximo	30.000.000.000	1.500.000.000	30.000.000.000
Media	1.916.336.957	158.533.333	1.484.090.164
Total Potencial Universo	484.833.250.000	14.743.600.000	513.495.196.721

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 7

Las necesidades del mercado y su capacidad económica, han permitido que las empresas hayan invertido grandes cantidades de dinero en innovación y desarrollo tecnológico. Estas ventajas hacen que tengan niveles tecnológicos muy superiores a los otros tipos de empresa, impulsando la productividad y haciéndolas más competitivas tanto en el ámbito nacional como internacional.

1.8. Indicadores de productividad y competitividad

El DANE brinda información sobre indicadores de productividad y competitividad para sectores económicos como bebidas, tabaco, alimentos, etc., en el caso particular de la sub-área de Instrumentación y Automatización no se conocen registros que proporcionen información relevante. Los indicadores de productividad para otras industrias manufactureras muestran que la productividad laboral en el primer trimestre del año tienden a disminuir y el costo laboral unitario tiende a aumentar con relación al trimestre anterior; el trimestre con mayor productividad laboral es el cuarto siendo más notorio este incremento en los dos últimos años. (Tabla 18)

Tabla 18. Indicadores de productividad y competitividad otras industrias manufactureras.

Año	Trimestre	IPL		IRH		ICLU	
		Indice 2001 = 100					
2001	I	95,21		96,96		102,95	
	II	92,28		101,61		107,92	
	III	95,06		100,46		104,40	
	IV	117,45	100	100,98	100	84,73	100
2002	I	89,57		109,29		121,90	
	II	85,75		109,41		125,75	
	III	100,97		108,80		93,20	
	IV	109,34	96	115,39	111	86,21	107
2003	I	96,46		118,15		94,91	
	II	102,60		122,03		94,42	
	III	100,90		114,48		90,56	
	IV	123,77	106	119,84	119	77,63	89
2004	I	81,07		121,57		125,99	
	II	97,66		124,75		108,15	
	III	101,71		121,91		105,00	
	IV	141,57	106	121,07	122	77,74	104
2005	I	93,15		128,81		133,97	
	II	95,82		126,79		128,86	
	III	117,23		123,17		103,76	
	IV	145,11	113	127,44	127	87,65	114
2006	I	88,99		127,44		144,16	
	II	96,79		132,55		128,36	
	III	122,84		132,00		100,65	
	IV	142,66	113	134,23	132	93,02	117
2007	I	91,20		133,80		150,48	

* Agrupaciones industriales a partir de CIIU revisión 3

IPL: Índice de productividad laboral

IRH: Índice de remuneración por horas

ICLU: Índice de costo laboral unitario

Fuente: DANE

2. ENTORNO OCUPACIONAL

El entorno ocupacional pretende establecer la clasificación de las profesiones y áreas de desempeño de la sub-área, las tendencias del empleo, los oficios y las ocupaciones y el perfil ocupacional.

Ocupacionalmente en Colombia, las empresas están demandando empleos que no son comunes en las universidades ni institutos, a éstas ocupaciones se les llama emergentes, son ocupaciones que están surgiendo de la mano con el desarrollo industrial, tecnológico y científico; también ocurre, que algunas ocupaciones existentes comienzan a perder importancia debido precisamente a la fuerza con que llegan las emergentes anteriormente mencionadas. Por esta razón, es tan importante planificar y proyectar el desarrollo educativo de nuestro país, motivación principal de la presente investigación.

El gobierno está implementando nuevos programas educativos, según la demanda del sector industrial para evitar el incremento de las tasas de desempleo y ayudar a que las pequeñas y medianas empresas, progresen capacitando su personal con ayuda de los planes de desarrollo. Acciones como estas son originadas por datos estadísticos como los mencionados en el siguiente artículo:

“Cada año ingresan al mercado laboral cerca de 370 mil personas por efecto del crecimiento de la población. Adicionalmente al crecimiento demográfico, anualmente han ingresado a la fuerza de trabajo más de 600 mil personas desde 1998. En contraste, el crecimiento promedio del empleo ha sido de 470.000 personas por año. Este desequilibrio ha llevado a un incremento de la tasa de desempleo de 12% en 1998 a 16% en junio de 2002. Aunque el desempleo afecta a todos los grupos sociales, sigue concentrado entre los más pobres: la tasa de desempleo en los dos primeros deciles de hogares es de 31% mientras en el decil superior es de 7%”.

Según el plan nacional de desarrollo 2007 – 2010: “A diciembre de 2006 el desempleo llegó al 11,8%, la meta es bajarlo al 8,6% en el 2010. Se promoverán acuerdos sectoriales de desempeño, se desarrollarán pactos regionales de empleo, se buscará acuerdos con empresarios para creación de nuevos empleos y empleos de calidad, se aumentará la cobertura del sistema de riesgos profesionales, los mecanismos de protección al desempleo”.

Retos como los anteriormente citados, demandan la tecnificación de los procesos educativos a través de herramientas formativas y de administración de personal como las competencias laborales.

Gráfica 2. Impacto de la Gestión por competencias en las organizaciones



Fuente: Material Educativo facilitado por el SENA

Se han establecido en nuestro país, diferentes tipos de normas para cualificar los procesos en las empresas con el objetivo de alcanzar y mantener la satisfacción de los clientes, pero no se ha trabajado para cualificar la calidad del trabajo. El presente proyecto de caracterización ocupacional, es el primer paso para entregar al país una norma que permita certificar a los trabajadores según su desempeño, es decir, se tendrá a mano una herramienta práctica, concreta para entrenar y evaluar, sistemática, oportuna y estructuradamente a los profesionales y trabajadores colombianos de la sub-área. (Gráfico 2)

Para que ésta labor sea exitosa, se hace necesario conocer su situación ocupacional, objetivo fundamental de la información recolectada en este entorno. Esta información facilitará:

1. Promover la identificación de las tendencias en materia de competencias que necesitan las personas, las empresas, la economía y la sociedad en su conjunto.
2. Reconocer el aprendizaje en el lugar de trabajo, tanto formal como no formal, y la experiencia laboral
3. Promover el desarrollo del aprendizaje y la formación en el lugar de trabajo⁸.

2.1. Ocupaciones existentes y empleados por ocupación

La sub-área de Instrumentación y Automatización abarca muchas áreas de desempeño, es muy dinámico e incluye acciones muy diversas. En la Tabla 19 se presenta el listado de las principales ocupaciones que existen actualmente en las empresas, dentro de las ocupaciones más empleadas son las de ingeniero de planta (62%), supervisor (60%) e instrumentista (41%) del total de las empresas investigadas. (Tabla 19)

⁸ Recomendación 195 de la OIT sobre el desarrollo de los recursos humanos – 2004

Tabla 19. Ocupaciones existentes en procesos productivos por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
Ingeniero de Planta	55	64	35	83	88	69	62
Supervisor	71	79	22	61	50	85	60
Técnico Instrumentista	52	43	43	39		38	41
Ingeniero de Control de Procesos	42	29	43	43	38	23	38
Metrólogo	55	21	17	30	13	46	34
Operador de Calderas	32	21	4	35	13	31	24
Operarios de Producción	6	21	13	9	50	8	13
Ingeniero Electrónico	6	7	9				4
Ingeniero Mecánico	6		9	4			4
No sabe	3		13			8	4
Ingeniero Químico	3	7	4	4			4
Ingeniero de Mantenimiento	3	7	4				3
Técnico Electrónico	3		4		13		3
Control de Calidad	3			9			3
Ingeniero de Automatización	3		4				2
Ingeniero Eléctrico	3		4				2
Ingeniero de Proyectos	3			4			2
Auxiliar de Planta	3					8	2
Químicos Farmacéuticos		7					1
Dibujantes			4				1
Ingeniero Mecatrónico			4				1
Ingeniero de Medición	3						1
Técnico Lubricador	3						1
Bacteriólogo	3						1
Ingeniero de Soporte Técnico				4			1
Jefe de Área					13		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 8

Tabla 20. Ocupaciones existentes en procesos productivos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Ingeniero de Planta	74	27	62
Supervisor	77	13	60
Técnico Instrumentista	37	53	41
Ingeniero de Control de Procesos	33	53	38
Metrólogo	39	20	34
Operador de Calderas	30	7	24
Operarios de Producción	17	3	13
Ingeniero Electrónico	1	13	4
Ingeniero Mecánico	4	7	4
No sabe		17	4
Ingeniero Químico	2	7	4
Ingeniero de Mantenimiento	4		3
Técnico Electrónico	2	3	3
Control de Calidad	4		3
Ingeniero de Automatización		7	2
Ingeniero Eléctrico	1	3	2
Ingeniero de Proyectos	1	3	2
Auxiliar de Planta	2		2
Químicos Farmacéuticos	1		1
Dibujantes		3	1
Ingeniero Mecatrónico		3	1
Ingeniero de Medición		3	1
Técnico Lubricador	1		1
Bacteriólogo	1		1
Ingeniero de Soporte Técnico		3	1
Jefe de Área	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 8

Para el mercado de Demanda los que tienen mayor porcentaje son los Ingenieros de Planta y los Supervisores; para el mercado de Oferta son los Instrumentistas e Ingenieros de Control de Procesos (Tabla 20)

2.2. Ocupaciones Emergentes

Los empresarios de la sub-área manifestaron que las principales ocupaciones que consideran emergentes y necesarias para incrementar la productividad y competitividad de sus negocios son, los Mecatrónicos y los Electroinstrumentistas. (Tabla 21)

Adicionalmente el equipo técnico de la mesa sectorial sugiere que se incluya el Analista de Procesos y el especialista en ahorro energético como ocupaciones emergentes en la sub-área.

Tabla 21. Ocupaciones emergentes

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Mecatrónica	52	57	57	48	38	54	52
Electroinstrumentista	45	7	35	61		38	38
Ingeniero de Comunicaciones	16	14	26	9	38	8	17
Químico Instrumentista	16	14	4	13		8	11
Ninguna	6		13		13	15	7
Ingeniero Electrónica	3		4	9	13		4
Ingeniero de Producción		14				8	3
Tecnico Electricista	6				13		3
Torneros		7	4				2
Ingeniero de Software / Sistemas			4	4			2
Ingeniero Mecánica		7	4				2
Electromecánico				4		8	2
No sabe	3				13		2
Mecánico Industrial		7					1
Moldeador		7					1
Troquelista		7					1
Técnico Inyector		7					1
Investigadores		7					1
Diseño			4				1
Técnico de Automatización			4				1
Auxiliar de Desarrollo Driver de Telemática			4				1
Ingeniero de Medición			4				1
Ingeniero de Procesos				4			1
Ingeniero de Diseño		7					1
Tecnólogo en Instrumentación			4				1
Ingeniero de Química			4				1
Ingeniero Industrial				4			1
Ingeniero de Metrología				4			1
Ingeniero Instrumentista				4			1
Mecánico Detelares				4			1
Ingeniero de Logística y Aprovechamiento						8	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 11

La demanda de estas dos ocupaciones se conserva en los diferentes tipos de mercado, cobra importancia la Ingeniería de Comunicaciones en las empresas de oferta de servicios. (Tabla 22)

Tabla 22. Ocupaciones emergentes por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Mecatrónica	52	50	52
Electroinstrumentista	39	33	38
Ingeniero de Comunicaciones	9	40	17
Químico Instrumentista	11	10	11
Ninguna	9	3	7
Ingeniero Electrónica	4	7	4
Ingeniero de Producción	4		3
Tecnico Electricista	4		3
Torneros	1	3	2
Ingeniero de Software / Sistemas	1	3	2
Ingeniero Mecánica	1	3	2
Electromecánico	2		2
No sabe	1	3	2
Mecánico Industrial	1		1
Moldeador	1		1
Troquelista	1		1
Técnico Inyector	1		1
Investigadores	1		1
Diseño		3	1
Técnico de Automatización		3	1
Auxiliar de Desarrollo Driver de Telemática		3	1
Ingeniero de Medición	1		1
Ingeniero de Procesos	1		1
Ingeniero de Diseño	1		1
Tecnólogo en Instrumentación		3	1
Ingeniero de Química		3	1
Ingeniero Industrial	1		1
Ingeniero de Metrología	1		1
Ingeniero Instrumentista	1		1
Mecánico Detelares	1		1
Ingeniero de Logística y Aprovechamiento	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 11

2.3. Dinámica del empleo en la sub-área

Las empresas de la sub-área tienen en promedio 117 empleados en sus procesos productivos, con un mínimo de 2 empleados hasta 1000, de los cuales se estima que el 80% de ellos son permanentes y el 27% temporales.

Los empleados permanentes son en promedio 84 y para el caso de los empleados temporales 55 en promedio.

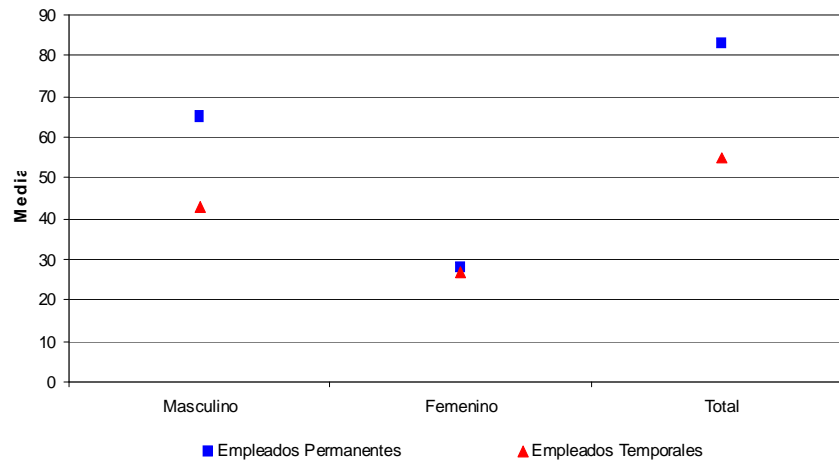
La industria tiende a ofrecer alrededor del 60% de sus empleados una estabilidad laboral. (Tabla 23 y Gráfico 3)

Tabla 23. Empleados en los procesos productivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados Permanentes Masculinos	90	1	760	65	22.517
Empleados Permanentes Femeninos	64	1	300	28	9.769
Total Empleados Permanentes	93	1	800	83	28.796
Empleados Temporales Masculinos	55	1	360	43	14.758
Empleados Temporales Femeninos	28	1	230	27	9.194
Total Empleados Temporales	57	1	400	55	18.939
Total empleados en procesos productivos	93	2	1.000	117	40.382

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Gráfico 3. Empleados en los procesos productivos



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Tabla 24. Empleados en los procesos productivos por ciudad

	Cali					Medellín				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados Permanentes Masculinos	23	2	240	58	5.593	13	3	760	105	4.512
Empleados Permanentes Femeninos	14	2	300	53	5.061	9	2	300	49	2.117
Total Empleados Permanentes	25	2	500	83	8.003	13	3	760	139	5.977
Empleados Temporales Masculinos	14	2	360	43	4.080	5	2	19	7	318
Empleados Temporales Femeninos	8	1	100	27	2.616	3	2	30	14	602
Total Empleados Temporales	14	2	400	58	5.575	6	2	35	13	566
Total empleados en procesos productivos	24	4	700	120	11.564	13	5	779	145	6.238

	Bogotá					Barranquilla				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados Permanentes Masculinos	16	2	600	55	3.881	20	1	320	65	4.651
Empleados Permanentes Femeninos	13	1	200	28	1.965	12	1	42	12	834
Total Empleados Permanentes	17	3	800	78	5.444	20	1	330	72	5.152
Empleados Temporales Masculinos	10	1	180	26	1.813	17	1	357	66	4.727
Empleados Temporales Femeninos	6	2	50	14	992	7	2	230	50	3.631
Total Empleados Temporales	11	2	200	34	2.380	17	1	380	86	6.222
Total empleados en procesos productivos	18	2	1.000	94	6.596	20	4	497	145	10.440

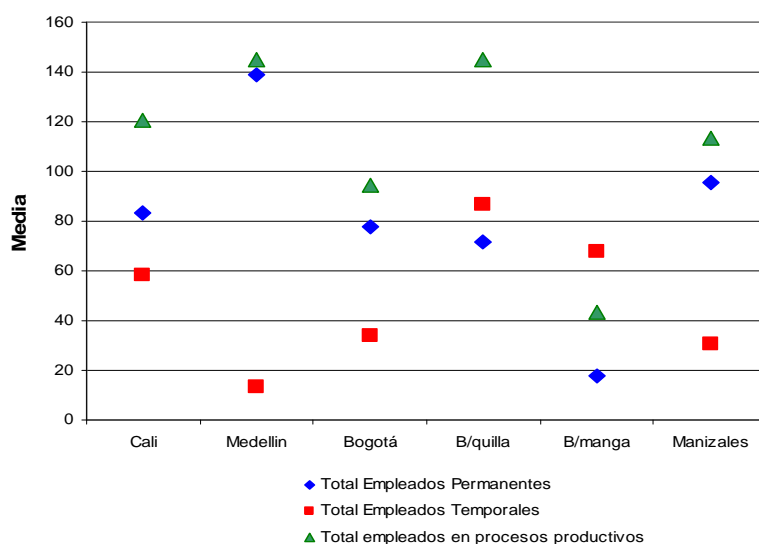
Continúa

Continuación de la Tabla 24.

	Bucaramanga					Manizales				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados Permanentes Masculinos	8	2	20	12	312	10	4	240	88	3.424
Empleados Permanentes Femeninos	7	1	30	7	175	9	3	30	8	325
Total Empleados Permanentes	8	3	50	18	465	10	8	240	95	3.717
Empleados Temporales Masculinos	3	4	170	59	1.543	6	4	50	27	1.047
Empleados Temporales Femeninos	1	25	25	25	650	3	1	10	7	273
Total Empleados Temporales	3	4	195	68	1.759	6	4	50	30	1.183
Total empleados en procesos productivos	8	3	245	43	1.125	10	12	290	114	4.427

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Gráfico 4. Empleados en los procesos productivos por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Tabla 25. Empleados en los procesos productivos – Tipo de mercado

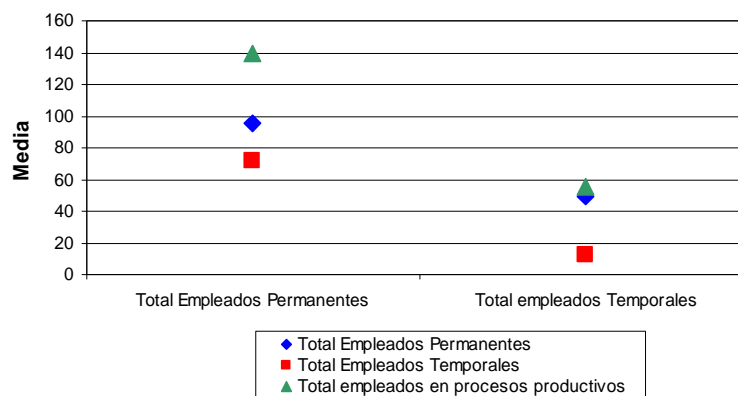
	Demanda					Oferta				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados Permanentes Masculinos	67	1	760	78	19,677	23	2	200	28	2,612
Empleados Permanentes Femeninos	46	1	300	29	7,337	18	1	300	26	2,444
Total Empleados Permanentes	69	1	800	95	24,020	24	2	500	50	4,607
Empleados Temporales Masculinos	40	1	360	55	13,953	15	1	40	9	888
Empleados Temporales Femeninos	23	1	230	31	7,909	5	2	10	5	465
Total empleados Temporales	41	2	400	71	18,049	16	1	50	12	1,133
Total empleados en procesos productivos	68	4	1,000	139	35,234	25	2	500	55	5,148

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Las empresas que demandan la Instrumentación y Automatización, tienen en promedio 139 empleados en sus procesos productivos y las empresas que ofrecen productos de Instrumentación y Automatización, tienen en promedio 55 empleados en sus procesos productivos. Las empresas de

oferta tienen una estabilidad laboral mayor (80%) frente a las empresas que demandan servicios (57%). (Tabla 25, Gráfica 5)

Gráfico 5. Empleados en los procesos productivos – Tipo de mercado



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

Se estima que en las seis ciudades incluidas en esta investigación, hay un total de 35.234 empleados en las empresas que demandan la Instrumentación y Automatización y 5.148 empleados en las empresas que ofertan productos de Instrumentación y Automatización.

Existe una mayor proporción de empresas que demandan la Instrumentación y Automatización 73% y una baja proporción de empresas que ofertan productos de Instrumentación y Automatización (27%), ésto muestra que existe un gran potencial de mercado para la creación de empresa en la oferta en esta sub-área.

2.3.1. Dinámica del empleo en la sub-área de Instrumentación y Automatización ⁹

La dinámica del empleo en la sub-área específica de Instrumentación y Automatización tiende a emplear especialmente a personal con medio y alto nivel de escolaridad (87%) (Ingenieros Electricista, Electrónicos, Mecánicos) y un 73% con formación Técnica o Tecnóloga. En promedio emplean 3 ingenieros frente a 7 técnicos o tecnólogos. Los instrumentadores y metrólogos conforman una parte importante de la sub-área. (Tabla 26, Gráfica 6)

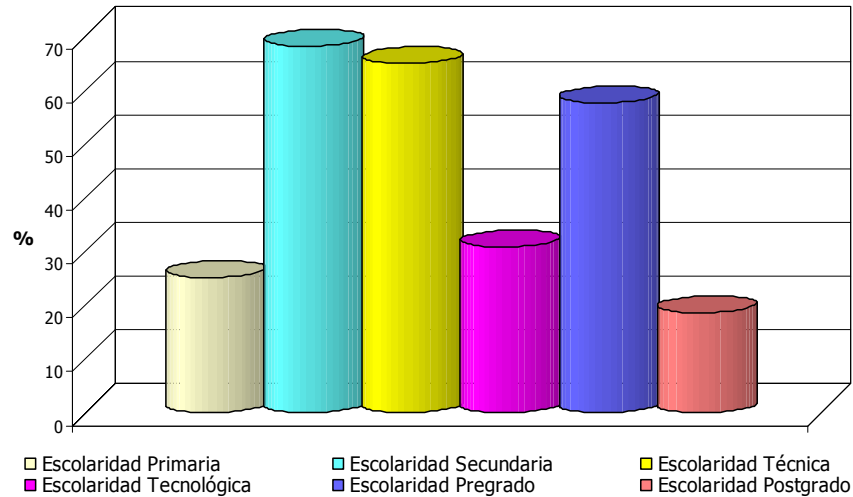
Tabla 26. Empleados sub-área Instrumentación y Automatización

	N	%	Media	Mínimo	Máximo	Salario
Ing. Eléctricos, Electrónicos y Mecánicos	13	87	3	1	19	\$ 2.650.000
Técnicos Electricidad, Electrónica y Mecánicos	11	73	7	2	22	\$ 1.036.364
Instrumentistas y Metrólogos	8	53	5	1	12	\$ 2.418.750
Operarios y Auxiliares	4	27	8	1	12	\$ 1.400.000
Mantenimiento	4	27	2	1	5	\$ 2.112.500
Ing. Telecomunicaciones, Industrial, Procesos	2	13	8	1	15	\$ 2.125.000
Técnicos Instrumentadores	2	13	14	2	25	\$ 1.850.000
Técnico en Sistemas	1	7	1	1	1	\$ 600.000

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

El área de Instrumentación y Automatización emplea en promedio ocho empleados en los niveles 1 y 2, seis en el nivel 3 y en los niveles 4 y 5 a dos y un empleados respectivamente.

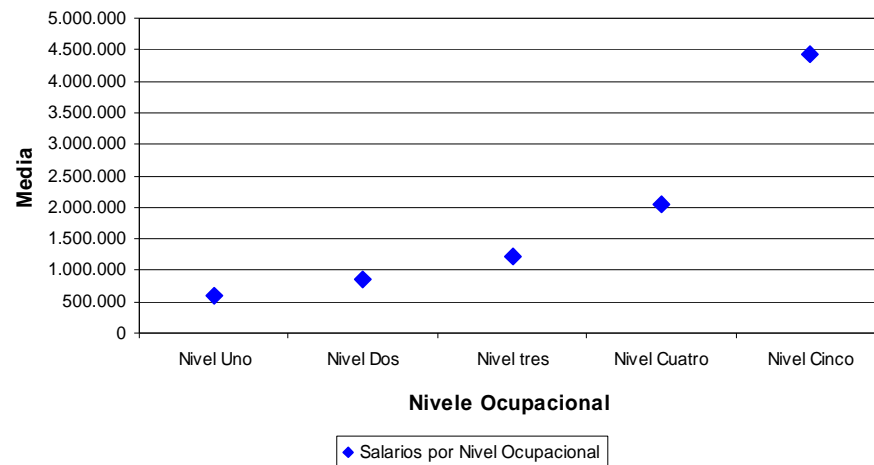
Gráfico 6. Distribución promedio de ocupaciones sub-área Instrumentación y Automatización



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

La distribución del salario de acuerdo con el nivel de ocupación se encuentra que para el nivel 1 es de alrededor de 1.5 salarios mínimos legales vigentes (smlv), el salario del nivel 2 es aproximadamente 3.5 smlv, el nivel 3 se encuentran alrededor de los 4 smlv y los empleados con niveles de ocupación 4 y 5 sobrepasan los 6 smlv (Gráfico 7).

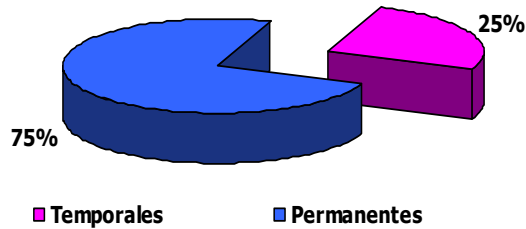
Gráfico 7. Salarios por nivel ocupacional



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

El área tiene una estabilidad laboral moderada ya que el 75% de los empleados tienen un contrato permanente y el 25% una contratación temporal. (Gráfico 8)

Gráfico 8. Tipo de contratación



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 10

La tabla 27 muestra que la principal actividad es la coordinación de los procesos de montajes de equipos, electricistas y de mantenimiento, seguida por las actividades de supervisión y control de procesos. Dentro de las actividades realizadas por los Ingenieros, se encuentra que las principales son el diseño, la programación y la coordinación, los técnicos y tecnólogos tiene como actividades principales los montajes y el mejoramiento de procesos.

Tabla 27. Funciones sub-área de Instrumentación y Automatización

%	Operarios y Auxiliares	Ing. Eléctricos, Electrónicos y Mecánicos	Instrumentistas y Metrólogos	Mantenimiento	Técnicos de Electricidad, Electrónica y Mecánicos	Total
Coordinación y Mantenimiento		15	25	50	9	18
Vigilancia y Control de Procesos		15		25	18	11
Montajes y Mejoramiento		8			27	11
Daños de máquinas automatizadas			25		27	11
Pintura y Apoyo	100					9
Diseño, Programación y Coordinación		31				9
Verificación y Calibración de Instrumentos y Equipos			25			7
Soporte Sistemas de Control				25	9	7
Automatizar máquinas y procesos		15				4
Admón. y Comunicación de Proveedores		15				4
Configuración PLCs y Electrónica					9	4
Ensamble e Instalación			13			2
Planeación			13			2

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 9

2.4. Formas de vinculación al trabajo

Las principales modalidades de contratación en la sub-área son:

- Contrato a término indefinido
- Contrato a término fijo
- Contrato por prestación de servicios
- Contrato por proyecto

A través de las fuentes primarias se encontró que:

Las empresas de la sub-área tienen en promedio 69 empleados con contrato a término indefinido, con un mínimo de 1 empleado hasta 926, 77 empleados en promedio con contrato a término fijo, con un mínimo de 2 y un máximo de 800 empleados, 44 empleados en promedio por prestación de servicios, y 25 por proyecto. (Tabla 28)

Se estima que el total de empleados en la sub-área, para las seis ciudades incluidas en esta investigación hay 16.413 empleados con contrato a término indefinido, 12.437 empleados con contrato a término fijo, 5.431 empleados por prestación de servicios y 1.572 empleados por proyecto. (Tabla 28)

Tabla 28. Empleados por tipo de contrato

	Total				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados con contrato a término indefinido	77	1	926	69	16.413
Empleados con contrato a término fijo	52	2	800	77	12.437
Empleados por prestación de servicios	40	1	320	44	5.431
Empleados por proyecto	20	2	300	25	1.572

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 10

Tabla 29. Empleados por tipo de contrato y ciudad

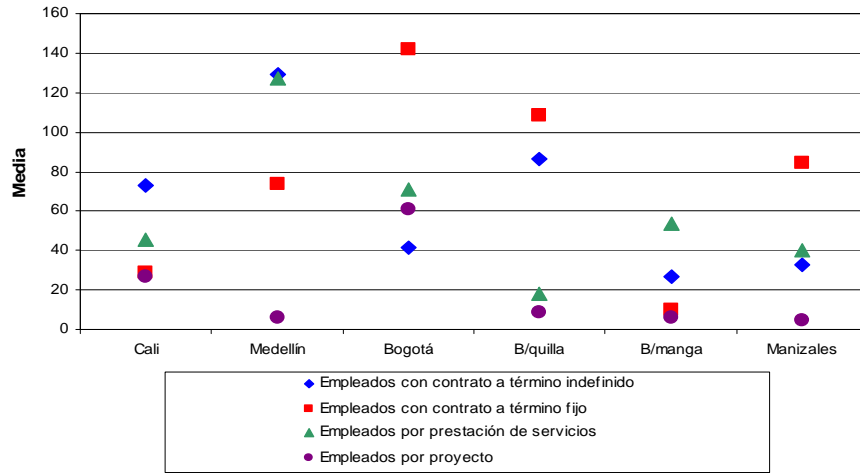
	Cali					Medellín				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados con contrato a término indefinido	21	4	372	73	4.732	10	10	926	129	3.968
Empleados con contrato a término fijo	13	2	200	29	1.155	9	3	411	74	2.039
Empleados por prestación de servicios	10	1	300	46	1.412	2	15	240	128	783
Empleados por proyecto	2	3	50	27	164	2	2	10	6	37

	Bucaramanga					Manizales				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados con contrato a término indefinido	4	14	50	27	348	9	4	80	33	888
Empleados con contrato a término fijo	3	4	19	10	98	7	10	280	84	1.770
Empleados por prestación de servicios	4	2	195	54	699	6	4	150	40	717
Empleados por proyecto	2	2	10	6	39	1	5	5	5	15

	Bogotá					Barranquilla				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados con contrato a término indefinido	17	3	200	42	960.688	16	1	330	86	4.329
Empleados con contrato a término fijo	6	2	800	142	3.781.633	14	2	380	108	4.746
Empleados por prestación de servicios	5	1	320	71	697.760	13	2	140	18	742
Empleados por proyecto	6	2	300	61	128.100	7	2	30	9	191

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 10

Gráfico 9. Empleados por tipo de contrato



Fuente: Resultado de la investigación

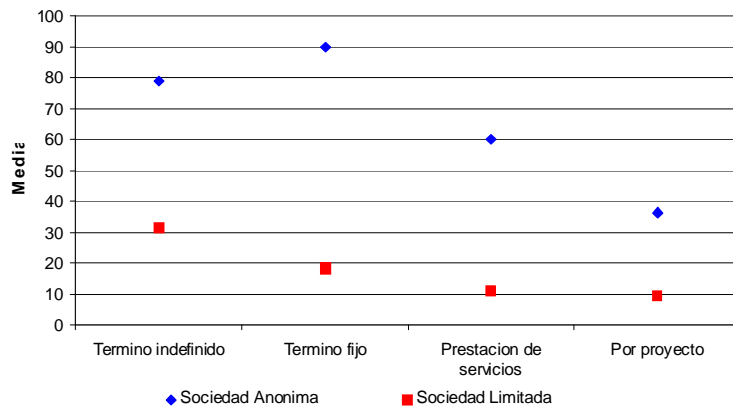
Tabla 30. Empleados por tipo de contrato - Tipo de mercado

	Demanda					Oferta				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados con contrato a término indefinido	61	1	926	79	13.017	16	2	102	32	1.717
Empleados con contrato a término fijo	43	2	800	90	10.453	9	2	80	18	561
Empleados por prestación de servicios	27	1	320	60	4.378	13	1	50	11	479
Empleados por proyecto	12	2	300	36	1.178	8	2	40	9	252

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 10

Al comparar los contratos con el tipo de mercado se encuentra que se conserva la tendencia de tener la mayor cantidad de empleados por contrato a término indefinido y fijo que por prestación de servicios y proyectos. (Tabla 30, Gráfico 10)

Gráfico 10. Empleados por tipo de contrato – Tipo de sociedad



Fuente: Resultado de la investigación

2.5. Niveles Ocupacionales

Tabla 31. Niveles ocupacionales

5	<ul style="list-style-type: none"> • Titulaciones correspondientes a las ocupaciones de Dirección y Gerencia. • Alto nivel de complejidad • Funciones muy variadas • Alto nivel de discernimiento y máxima autonomía. • Responsabilidad por el trabajo de otros • Responsabilidad por uso de recursos.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Amplia gama de actividades en contextos cambiantes. • Alto grado de autonomía, responsabilidad por el trabajo de otros y, ocasionalmente, por la asignación de recursos.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades variadas y no rutinarias. • Autonomía y responsabilidad delegadas para orientar y supervisar a otros.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades variadas, algunas no rutinarias. • Poca autonomía. • Recibe supervisión.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Sencillas, predecibles y repetitivas. • Actividades de carácter físico. • Alto nivel de subordinación.

SISTEMA NACIONAL DE FORMACIÓN PARA EL TRABAJO

Fuente: Clasificación proporcionada por el SENA

Los niveles ocupacionales permiten identificar la estructura actual de las empresas, a través de los niveles jerárquicos que manifiestan tener, aún que estos se ven afectados por el modelo organizacional que cada una maneje, sin existir un modelo ideal que permita catalogar las empresas.

"Al existir una amplia variedad de empresas, se estima que estas empleen diversas disposiciones estructurales muy diferentes entre sí. No existe pues un modelo específico que se pueda catalogar como prototipo ideal ya que la estructura de cada empresa en particular va a reflejar muchos factores, entre ellos, la índole y el volumen de actividades, las personalidades de sus propietarios, la estrategia elegida, las tradiciones, el mercado objetivo y el medio ambiente jurídico e institucional. Existen entonces y de acuerdo con su tamaño varios niveles jerárquicos".⁹

2.6. Distribución del personal empleado por niveles

El 48% de las empresas manifiestan tener dentro de su estructura organizacional, en promedio 93 empleados en el nivel uno, con un mínimo de un empleado y un máximo de 700, las ocupaciones en este nivel se caracterizan por ser sencillas, predecibles y repetitivas, actividades de carácter físico y alto nivel de subordinación. (Tabla 32)

El 47% de las empresas manifiestan tener dentro de su estructura organizacional en promedio 23 empleados en el nivel dos, con un mínimo de un empleado y un máximo de 226, en donde las

⁹ SENA. Caracterización ocupacional de la consultoría. Mesa sectorial. 2006

ocupaciones se caracterizan por ser actividades variadas, algunas no rutinarias, poca autonomía y recibe supervisión. (Tabla 32)

Tabla 32. Empleados por nivel ocupacional

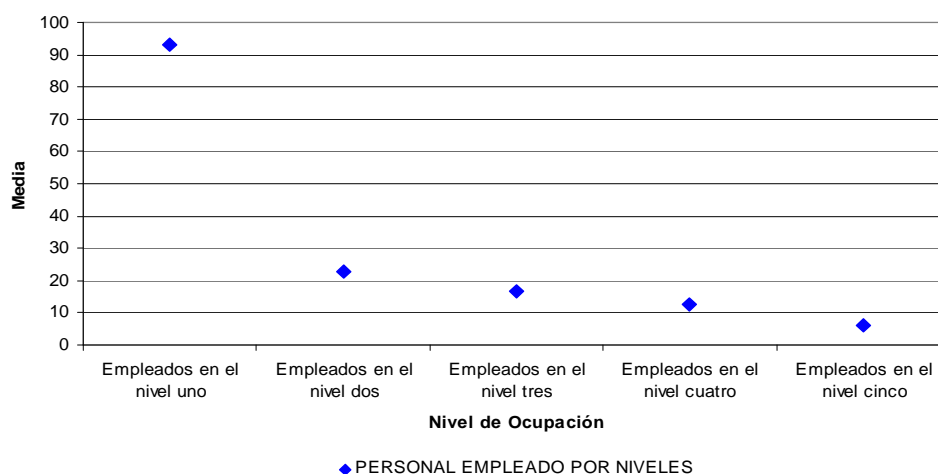
	Total				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados en el nivel uno	54	1	700	93	32.229
Empleados en el nivel dos	53	1	226	23	7.893
Empleados en el nivel tres	59	1	300	17	5.782
Empleados en el nivel cuatro	67	1	140	12	4.307
Empleados en el nivel cinco	63	1	60	6	2.043

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

El 53% de las empresas manifiestan tener dentro de su estructura organizacional en promedio 17 empleados en el nivel tres, con un mínimo de un empleado y un máximo de 300, en donde las ocupaciones se caracterizan por ser actividades variadas y no rutinarias, con autonomía y responsabilidad delegadas para orientar y supervisar a otros. (Tabla 32)

El 60% de las empresas manifiestan tener dentro de su estructura organizacional en promedio 12 empleados en el nivel cuatro, con un mínimo de un empleado y un máximo de 140, en donde las ocupaciones se caracterizan por tener una amplia gama de actividades en contextos cambiantes, un alto grado de autonomía, responsabilidad por el trabajo de otros y ocasionalmente asignación de recursos. (Tabla 32)

Gráfico 11. Empleados por Nivel Ocupacional



Fuente: Resultado de la investigación

El 56% de las empresas manifiestan tener dentro de su estructura organizacional en promedio 6 empleados en el nivel cinco, con un mínimo de un empleado y un máximo de 60, en donde las ocupaciones se caracterizan por tener empleados con titulaciones correspondientes a las

ocupaciones de Dirección y Gerencia, un alto nivel de complejidad, funciones muy variadas, un alto nivel de discernimiento y máxima autonomía, responsabilidad por el trabajo de otros y responsabilidad por uso de recursos. (Tabla 32)

Se estima que en las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización de las seis ciudades incluidas en esta investigación, hay en total 32.229 empleados en el nivel uno, 7.893 en el nivel dos, 5.782 en el nivel tres, 4.307 en el nivel cuatro y 2.043 en el nivel cinco. (Tabla 33)

Tabla 33. Empleados por nivel ocupacional por ciudad

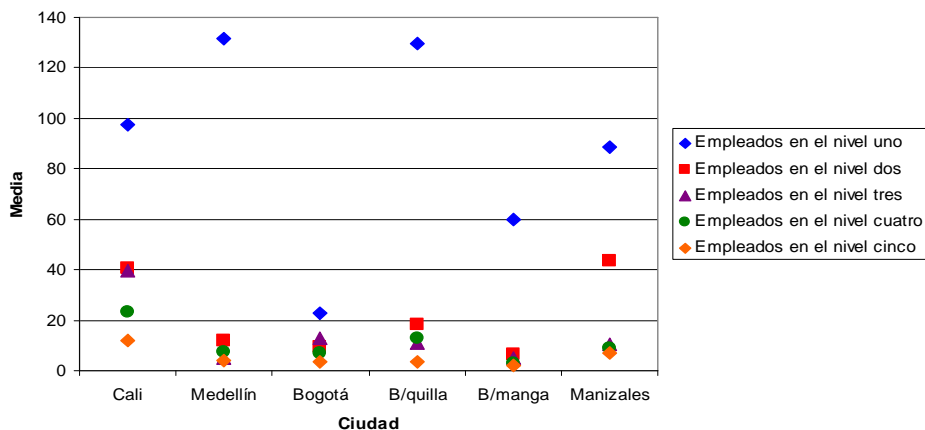
	Cali					Medellín				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados en el nivel uno	9	1	700	98	9.365	12	5	700	132	5.658
Empleados en el nivel dos	12	1	186	41	3.896	10	1	60	12	507
Empleados en el nivel tres	15	1	300	40	3.795	12	1	15	5	204
Empleados en el nivel cuatro	19	1	140	23	2.248	12	1	45	7	312
Empleados en el nivel cinco	15	1	60	12	1.139	13	1	20	4	175

	Bogotá					Barranquilla				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados en el nivel uno	10	1	89	23	1.596	11	1	497	129	9.321
Empleados en el nivel dos	12	1	40	9	653	6	2	48	19	1.332
Empleados en el nivel tres	14	1	102	13	885	6	1	30	11	768
Empleados en el nivel cuatro	15	1	17	7	471	10	1	63	13	929
Empleados en el nivel cinco	15	1	10	4	252	8	1	10	4	261

	Bucaramanga					Manizales				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados en el nivel uno	5	8	245	60	1.560	7	2	200	89	3.460
Empleados en el nivel dos	5	3	14	7	172	8	3	226	44	1.697
Empleados en el nivel tres	5	2	8	5	125	7	1	40	10	396
Empleados en el nivel cuatro	4	1	5	3	72	7	2	20	9	340
Empleados en el nivel cinco	5	1	3	2	57	7	3	22	7	262

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

Gráfico 12. Empleados por nivel ocupacional por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación

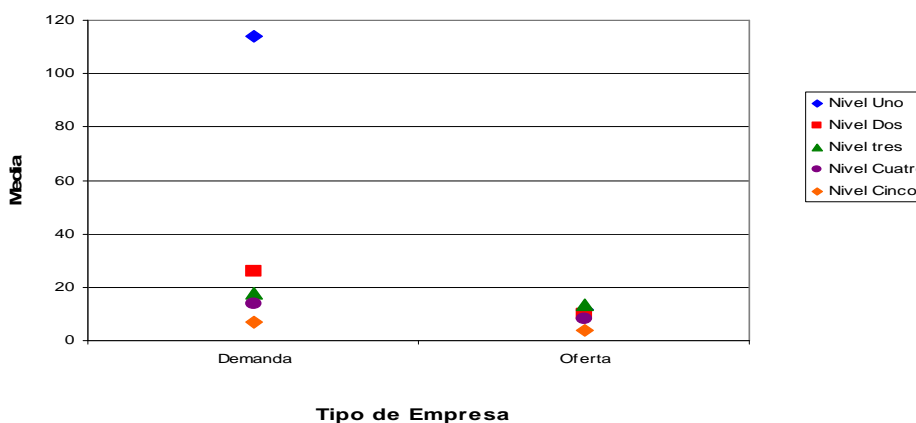
Las empresas que demandan servicios de Instrumentación y Automatización emplean en promedio a 114 empleados en el nivel uno, y a 26 en el nivel 2, los empleados de los niveles tres, cuatro y cinco, disminuyen considerablemente, esta misma tendencia se encuentra en las empresas de oferta. (Tabla 34, Gráfico 13)

Tabla 34. Empleados por nivel ocupacional - Tipo de mercado

	Demanda					Oferta				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Empleados en el nivel uno	43	1	700	114	28.824	11	1	77	12	1.108
Empleados en el nivel dos	42	1	226	26	6.620	11	1	36	10	930
Empleados en el nivel tres	44	1	300	18	4.514	15	1	102	13	1.246
Empleados en el nivel cuatro	51	1	140	14	3.478	16	1	20	8	773
Empleados en el nivel cinco	44	1	60	7	1.714	19	1	22	4	362

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

Gráfico 13. Empleados por nivel ocupacional por tipo de empresa



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

2.7. Salario por nivel ocupacional

Los empleados que están en el nivel ocupacional uno, ganan en promedio un salario de \$587.808, el salario más bajo en este nivel es de \$432.000 y el más alto es de \$2.000.000, en el nivel dos el salario promedio es de \$847.055, el salario más bajo en este nivel es de \$433.700 y el más alto es de \$3.500.000, en el nivel tres el salario promedio es de \$1'229.811, el salario más bajo en este nivel es de \$450.000 y el más alto es de \$3.000.000, en el nivel cuatro el salario promedio es de \$2'039.690, el salario más bajo en este nivel es de \$480.000 y el más alto es de \$7.000.000 y en el nivel cinco el salario promedio es de \$4'430.818, el salario más bajo en este nivel es de \$1'200.000 y el más alto es de \$15.000.000. (Tabla 35 y Gráfico 14)

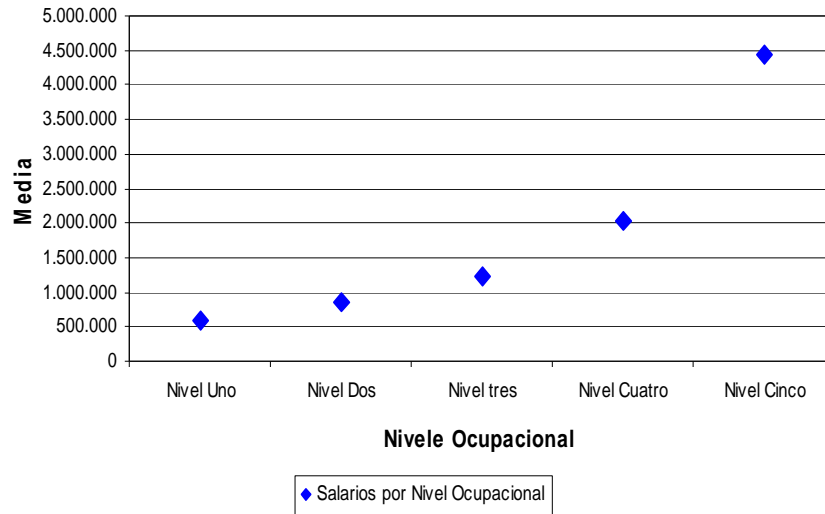
Tabla 35. Salarios por nivel ocupacional

	Total			
	N	Mínimo	Máximo	Media
Salario nivel uno	52	432,000	2,000,000	587,808
Salario nivel dos	49	433,700	3,500,000	847,055
Salario nivel tres	53	450,000	3,000,000	1,229,811
Salario nivel cuatro	62	480,000	7,000,000	2,039,690
Salario nivel cinco	53	1,200,000	15,000,000	4,430,818

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

La distribución salarial encontrada en esta investigación muestra a los empleados en el nivel uno ganando en promedio un salario mínimo, en el nivel dos, ganan en promedio dos salarios mínimos, en el nivel tres ganan en promedio tres salarios mínimos, en el nivel cuatro ganan en promedio cerca de los cinco salarios mínimos y en el nivel cinco ganan en promedio diez salarios mínimos.

Gráfico 14. Salarios por nivel ocupacional



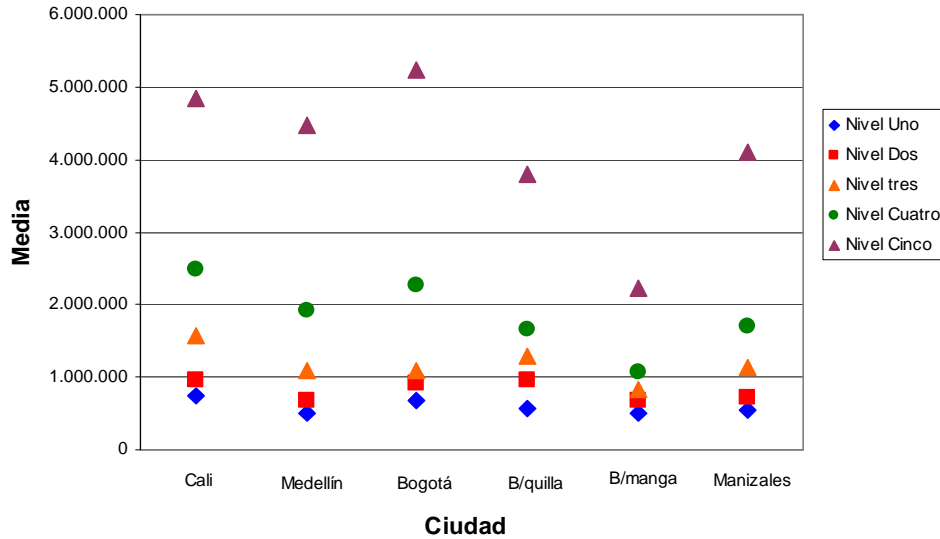
Fuente: Resultado de la investigación

Tabla 36. Salarios por nivel ocupacional por ciudad

	Cali				Medellín			
	N	Mínimo	Máximo	Media	N	Mínimo	Máximo	Media
Salario nivel uno	9	450.000	2.000.000	736.667	12	432.000	850.000	511.367
Salario nivel dos	11	620.000	1.500.000	961.818	10	437.000	1.100.000	684.700
Salario nivel tres	14	850.000	3.000.000	1.578.571	12	450.000	2.300.000	1.095.833
Salario nivel cuatro	19	1.060.000	7.000.000	2.494.211	12	800.000	4.000.000	1.929.167
Salario nivel cinco	15	1.800.000	15.000.000	4.840.000	11	1.700.000	7.000.000	4.481.818
	Bogotá				Barranquilla			
	N	Mínimo	Máximo	Media	N	Mínimo	Máximo	Media
Salario nivel uno	8	433.700	1.500.000	666.713	13	433.700	800.000	564.215
Salario nivel dos	11	480.000	3.500.000	924.545	8	433.700	2.000.000	950.463
Salario nivel tres	10	650.000	1.750.000	1.100.000	8	630.000	2.500.000	1.278.750
Salario nivel cuatro	11	650.000	6.500.000	2.259.091	12	480.000	3.000.000	1.660.900
Salario nivel cinco	11	2.000.000	12.000.000	5.227.273	9	1.300.000	9.000.000	3.803.704
	Bucaramanga				Manizales			
	N	Mínimo	Máximo	Media	N	Mínimo	Máximo	Media
Salario nivel uno	5	433.700	700.000	491.480	5	433.700	600.000	534.740
Salario nivel dos	5	500.000	900.000	680.000	4	600.000	1.000.000	726.250
Salario nivel tres	5	550.000	1.200.000	840.000	4	700.000	1.800.000	1.125.000
Salario nivel cuatro	4	600.000	1.600.000	1.075.000	4	840.000	2.500.000	1.710.000
Salario nivel cinco	4	1.200.000	3.500.000	2.225.000	3	2.800.000	5.000.000	4.100.000

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

Gráfico 15. Salarios por nivel ocupacional por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

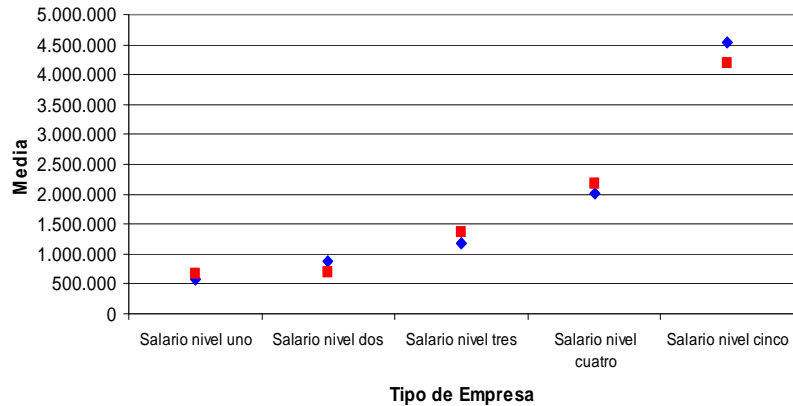
Tabla 37. Salarios por nivel ocupacional por ciudad – Tipo de mercado

	Demanda				Oferta			
	N	Mínimo	Máximo	Media	N	Mínimo	Máximo	Media
Salario nivel uno	43	432.000	1.500.000	568.658	9	433.700	2.000.000	679.300
Salario nivel dos	38	433.700	3.500.000	888.124	11	437.000	1.000.000	705.182
Salario nivel tres	41	450.000	2.500.000	1.190.976	12	750.000	3.000.000	1.362.500
Salario nivel cuatro	49	600.000	7.000.000	2.003.690	13	480.000	6.500.000	2.175.385
Salario nivel cinco	36	1.200.000	15.000.000	4.548.148	17	1.200.000	12.000.000	4.182.353

Fuente: Resultado de la investigación

Los salarios de las empresas por tipo de mercado tienen los salarios similares en los niveles ocupacionales uno, dos y cuatro. En el nivel ocupacional dos, las empresas que ofertan servicios tienen en promedio un salario ligeramente mayor que las de demanda. En el nivel ocupacional cinco sucede el caso contrario. (Tabla 37 y Gráfico 16)

Gráfico 16. Salarios por nivel ocupacional - Tipo de mercado



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 12

◆ Demanda ■ Oferta

2.8. Relaciones funcionales y ocupacionales con otras sub-área

Las empresas encuestadas expresan que las principales sub-área con las que se relaciona los procesos productivos son compras, almacenamiento e inventarios (38%), ventas (28%), mantenimiento electromecánico (22%), gestión del talento humano, tecnologías eléctrica y electrónica, instalaciones de redes, de sistemas electricistas y de telecomunicaciones e inspección y control de calidad cada una con el 21%. (Tabla 38)

Tabla 38. Sub-área de desempeño relacionadas

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Compras, Almacenamiento e Inventario	29	86	35	22	63	23	38
Ventas	16	64	35	22	50		28
Mantenimiento Electromecánico	19	14	30	30	25	8	22
Gestión del Talento Humano	26	57	13	13	13	8	21
Tecnologías Eléctrica y Electrónica	13	29	26	26	13	15	21
Instalaciones de Redes, de Sistemas Eléctricos y de Telecomunicaciones	32	14	17	22	25		21
Inspección y Control de Calidad	19	29	22	9	38	23	21
Finanzas y Contabilidad	26	29	22	9	25		19
Gestión de Productos y Procesos Industriales	6	43	9	13	25	23	16
Sistemas de Información	16	29	17	9	13		14
Asistencia Administrativa	6	21	17	17	38		14
Tecnología Mecánica	6	21	9	17		15	12
Operación de máquinas estacionarias y Plantas de energía	16	7	4	17	13		11
Fabricación de productos químicos y farmacéuticos	19	14	9	4		8	11
Automatización e Instrumentación	3	7	13		13	38	10
Fabricación y Ensamble de componentes eléctricos y electrónicos	3	7	22	4	13		8
Elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	6	7		17	13		7
Preparación de alimentos y bebidas	6	7	4	9	13		6
Correo y Mensajería	3		9	9	25		6
Gerencia	10	14	4				5
Construcción	13			9			5
Ciencias Biológicas		14		4		23	5
Tratamiento de agua y residuos	6	14		4			4
Instalación y Reparación de redes de tuberías	3	7	4	9			4
Ensamble de productos y componentes mecánicos	3	14	9				4
Ciencias físicas y químicas	3	14		4		8	4
Aseo y Limpieza		21		4	13		4
Operación de equipo pesado	3		4	9			4
Fabricación de productos metálicos		14			13	8	4
Educación y Capacitación	3	14			13		4
No responde	3			4		15	4
Servicios jurídicos		21					3
Producción Gráfica	3		4		13		3
Procesamiento de hidrocarburos		7	9				3
Metalurgia y Tratamiento de metales		7		4		8	3
Edición Gráfica	3		4		13		3
Confección de productos en tela, cuero y piel		14		4			3
Servicios de apoyo a la salud		14					2
Relaciones Públicas y Comunicación		14					2
Procesamiento de pieles y cueros		14					2
Fabricación de productos de vidrio y cerámica		7		4			2
Fabricación de productos de plástico y caucho			4	4			2
Explotación minera			9				2
Tratamiento de minerales	3						1
Transporte	3						1
Servicios personales		7					1
Servicios de alojamiento		7					1
Protección y Defensa		7					1
Producción agrícola		7					1
Procesamiento de la madera y producción de pulpa y papel	3						1
Procesamiento de fibras y productos textiles				4			1
Pesca y Acuicultura				4			1
Explotación petrolera y gasífera			4				1
Deportes		7					1
Ciencias Sociales	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 13

Tabla 39. Sub-área de desempeño relacionadas por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Compras, Almacenamiento e Inventario	41	27	38
Ventas	23	40	28
Mantenimiento Electromecánico	21	27	22
Gestión del Talento Humano	24	13	21
Inspección y Control de Calidad	20	23	21
Tecnologías Eléctrica y Electrónica	16	33	21
Instalaciones de redes, de sistemas eléctricos y de	26	7	21
Finanzas y Contabilidad	18	20	19
Gestión de Productos y Procesos Industriales	17	13	16
Asistencia administrativa	16	10	14
Sistemas de información	13	17	14
Tecnología Mecánica	15	3	12
Operación de máquinas estacionarias y plantas de energía	9	17	11
Fabricación de productos químicos y farmacéuticos	15		11
Automatización e instrumentación	10	10	10
Fabricación y ensamble de componentes eléctricos y electrónica	4	20	8
Elaboración de alimentos, bebidas y tabaco	10		7
Correo y Mensajería	7	3	6
Preparación de alimentos y bebidas	7	3	6
Gerencia	2	13	5
Ciencias Biológicas	6	3	5
Construcción	7		5
Ciencias físicas y químicas	5	3	4
Aseo y limpieza	5	3	4
Instalación y reparación de redes de tuberías	5	3	4
Ensamble de productos y componentes mecánicos	6		4
Tratamiento de agua y residuos	6		4
Educación y capacitación	4	3	4
Operación de equipo pesado	5		4
Fabricación de productos metálicos	5		4
No responde		13	4
Servicios jurídicos	4		3
Edición gráfica	4		3
Producción gráfica	2	3	3
Confección de productos en tela, cuero y piel	4		3
Metalurgia y tratamiento de metales	4		3
Procesamiento de hidrocarburos	4		3
Servicios de apoyo a la salud	2		2
Relaciones públicas y comunicación	2		2
Explotación minera	2		2
Fabricación de productos de plástico y caucho	2		2
Procesamiento de pieles y cueros	2		2
Fabricación de productos de vidrio y cerámica		7	2
Ciencias sociales	1		1
Deportes	1		1
Servicios de alojamiento	1		1
Protección y defensa	1		1
Servicios personales	1		1
Explotación petrolera y gasífera	1		1
Producción agrícola	1		1
Pesca y acuicultura	1		1
Transporte	1		1
Tratamiento de minerales		3	1
Procesamiento de la madera y producción de pulpa y papel	1		1
Procesamiento de fibras y productos textiles	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 13

Las empresas que demandan servicios de Instrumentación y Automatización se relacionan principalmente con la sub-área de compras, almacenamiento e inventarios, mientras que las empresas que ofertan servicios lo hacen con ventas. (Tabla 39)

2.9. Normas de Competencia Laboral

Las normas de competencias laborales es un estándar reconocido por trabajadores y empresarios, que describe los resultados que un trabajador debe lograr en el desempeño de una función laboral, los contextos donde ocurre ese desempeño, los conocimientos que debe aplicar y las evidencias que puede presentar para demostrar su competencia¹⁰.

En las empresas encuestadas en este estudio, el 44% manifestaron no utilizar ningún tipo de norma de competencia laboral, el restante 56% mostraron el desconocimiento existente sobre el concepto actual de normas de competencia laboral (Tabla 40), expresando la utilización de diferentes normas, ideas o criterios, que se alejan del verdadero significado de las normas de competencia laboral; evidenciándose así la necesidad de intensificar su divulgación.

Tabla 40. Normas de competencias laborales por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
Ninguna	26	36	52	48	75	54	44
Propias de la empresa	55	50	22	26	13	23	35
ISO 9000	3	7	9	4			4
SENA				9	13	8	4
Por experiencia			9			8	3
Programa de competencias laborales	6			4			3
No sabe	6		4				3
BPM		7		4			2
No responde				4		8	2
ITM		7					1
PAI			4				1
Matrícula profesional			4				1
NTC			4				1
Retie	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 14

De acuerdo con el tipo de mercado se observa que existe el mismo comportamiento hallado en las 6 ciudades incluidas en el estudio. (Tabla 41)

¹⁰ SENA. Metodología para la elaboración de normas de competencias laborales. 2003

Tabla 41. Normas de competencias laborales por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Ninguna	39	57	44
Propias de la empresa	39	23	35
ISO 9000	4	7	4
SENA	5		4
Por experiencia	2	3	3
Programa de Competencias Laborales	4		3
No sabe	1	7	3
BPM	2		2
No responde	2		2
ITM	1		1
PAI	1		1
Matrícula Profesional	1		1
NTC	1		1
Retie		3	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 14

Es de vital importancia aclarar a todos los actores de la sub-área que “un modelo nacional de formación y certificación basado en Normas de Competencia Laboral, contribuye a la cualificación y mejor funcionamiento del mercado de trabajo, fortaleciendo la satisfacción de las necesidades de desarrollo y vinculación de las personas al mundo laboral y orientando la formación profesional hacia acciones pertinentes y flexibles, como fundamento de calidad y equidad”.

El desarrollo de modelos de gestión del talento humano con base en competencia, integrados a los objetivos, estrategias empresariales, posibilidades de desarrollo personal y construcción social, económica, política y cultural, permitirá en el mediano y largo plazo que las empresas sean competitivas y las personas tengan trabajos de calidad¹¹.

2.10. Empleados con necesidad de certificación laboral en la sub-área

Las empresas encuestadas expresan requerir la certificación de 10 empleados en promedio, con un mínimo de un empleado hasta 66, en competencias laborales en Instrumentación y Automatización, se estima que se requiere la certificación del 8.4% de los empleados en los procesos productivos; se proyecta que a nivel nacional se requiere la certificación de 3.396 empleados. (Tabla 42).

Tabla 42. Empleados con necesidad de certificación en competencias laborales

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
N	22	12	15	16	8	8	81
Mínimo	1	1	2	1	1	1	1
Máximo	28	66	30	22	22	30	66
Media	9	19	11	6	7	8	10
Total Potencial	847	817	747	414	176	327	3.396

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 15

¹¹ SENA. Metodología para la elaboración de normas de competencias laborales. 2003

Tabla 43. Empleados con necesidad de certificación en competencias laborales – Tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
N	62	19	81
Mínimo	1	1	1
Máximo	66	30	66
Media	10	9	10
Total Potencial	2.534	852	3.396

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 15

De acuerdo con el tipo de mercado las empresas que demandan servicios requieren certificar en competencias laborales cerca del 7% y las empresas que ofertan el 17% aproximadamente de sus empleados. (Tabla 43)

Se observa que existe un alto potencial de empleados que requieren la certificación en competencias laborales en Instrumentación y Automatización, cabe anotar, que lo ideal es que todos los empleados estuviesen certificados, debido a que el mercado es cada vez más exigente, partiendo de este hecho, se considera que hay falta de conciencia en cuanto a la importancia que tiene la certificación en competencia laborales, para ser cada vez más competitivos y cumplir con las exigencias de los mercados actuales.

La Instrumentación y Automatización industrial es un hecho que esta cobrando cada vez más fuerza en el país, las ocupaciones con bajos niveles de calificación son cada vez menos requeridos por las empresas, esto se ha convertido en una oportunidad y necesidad para que los empleados busquen la calificación en diferentes áreas, que les permitan mejorar su nivel productivo, competitivo y de vida.

La Instrumentación y Automatización industrial es una gran oportunidad para la humanización del trabajo, aquellas labores en donde el personal se tenía que exponer a extensas horas de trabajo pesado, arriesgando su salud y en algunos casos su propia vida, se han ido cambiando por maquinas. Estas maquinas ahora son manejadas por empleados calificados y debidamente entrenados mejorando la calidad de vida del trabajador.

Las ocupaciones con bajos niveles de calificación son cada vez menos requeridas por las empresas, esto se ha convertido en una oportunidad y necesidad para que los empleados busquen la calificación en diferentes áreas, que les permita mejorar su nivel productivo, competitivo y de vida.

Una posible solución a este problema es la implementación del Sistema Nacional de Formación para el Trabajo SNFT cuya misión es "promover el mejoramiento de la calidad del desempeño de los recursos humanos, garantizando mediante procesos de normalización, formación, evaluación y certificación de competencias laborales, el desarrollo y consolidación de sistemas de educación y formación articulados y coordinados, requeridos por el mercado de trabajo".¹²

¹² SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003.

Los beneficios del SNFT para los empresarios y las organizaciones productivas se basan en la oferta de talento humano acorde a los requerimientos de los empresarios, ofrecer las mejores alternativas de selección, ingreso, capacitación promoción y desarrollo para el mejoramiento de los procesos de talento humano, finalmente disponer de las herramientas y oferta profesional empleada para la ejecución de planes de entrenamiento mediante la optimización de recursos.

Los beneficios para los trabajadores son básicamente el reconocimiento social de sus competencias laborales, ampliación de las posibilidades de inserción, movilidad laboral y mejoramiento continuo y la facilidad del acceso a la formación pertinente para su desarrollo laboral y personal.¹³

La tabla 44 presenta un resumen de los insumos, procesos y productos fundamentales del sistema.

Tabla 44. Insumos, procesos y productos del sistema nacional de formación para el trabajo- SNFT

INSUMOS / REQUERIMIENTOS	PROCESOS	PRODUCTOS / RESULTADOS
<ul style="list-style-type: none"> Necesidades identificadas de capacitación del sector, subsector, área o cadena productiva 	Normalización	<ul style="list-style-type: none"> Mapa Funcional Normas y Titulaciones de Competencia Laboral Colombianas Catálogo de Titulaciones Laborales Información del mercado laboral
<ul style="list-style-type: none"> Normas de Competencia Laboral Colombianas Instrumentos de evaluación Evaluadores formados y certificados Catálogo de Certificaciones Laborales 	Evaluación y Certificación	<ul style="list-style-type: none"> Información sobre necesidades de formación Talento humano competente Talento humano certificado
<ul style="list-style-type: none"> Titulaciones de Competencia Laboral Diseño y desarrollo de planes de evaluación, formación y certificación Docentes capacitados Recursos pedagógicos Ambientes educativos adaptados Procedimientos administrativos ajustados Prácticas laborales, pasantías Información sobre necesidades de formación Información sobre la oferta educativa Información sobre docentes 	Formación	<ul style="list-style-type: none"> Talento humano formado por competencias Información de oferta educativa basada en NCL Planes de evaluación, formación y certificación Docentes formados y certificados Bancos de recursos pedagógicos Procedimientos administrativos documentados Pertinencia, racionalización y eficiencia en la oferta de formación basada en normas de competencia laboral

Fuente. SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003.

2.11. Efectos de la globalización

Colombia en la década de los noventa entra a ser parte de la globalización al incorporar la educación y la formación como un derecho fundamental en la Constitución Nacional de 1991. La situación social del país junto con la apertura total de la economía generó un impacto negativo tanto en los términos productivos, como de generación de riqueza y empleo, junto con la baja relación existente entre la educación y el trabajo llevó a que los sistemas de certificación de calidad

¹³ SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003.

que operan para los productos, servicios, procesos y sistemas de gestión no sean evaluados oportunamente para cumplir con la retroalimentación y mejora continua de los procesos.

Uno de los principales problemas que afronta el sistema de educación y el sistema laboral es la falta de comunicación entre los dos entes, por lo tanto es necesario solucionar la deficiente relación entre la educación y el trabajo, la cual se traduce en pérdida de vigencia de la oferta educativa, debido a la no modernización de la misma frente a las necesidades y expectativas de la sub-área laboral.

El sistema educativo debe de responder a la demanda del sistema productivo, incorporando a sus procedimientos el constante evolucionar de las nuevas tecnologías.

En resumen, se podría concluir que el país entro a ser parte de la globalización educativa sin estar preparado, el sistema educativo del país tiene serias dificultades de comunicación con el sistema productivo¹⁴.

2.12. Participación en el empleo total

Con base en los datos recopilados en la investigación se ha estimado que el número de personal ocupado en la sub-área específica de Instrumentación y Automatización es de 2900 personas en las seis ciudades incluidas en el estudio. Se buscó información en fuentes secundarias del personal ocupado en la sub-área, como resultado se halló que la sub-área no cuenta con estimaciones. El DANE en su Encuesta Anual Manufacturera muestra el total de personal ocupado en la industria Colombiana en el 2004 el cual es de 570.855 personas.

¹⁴ SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003

3. ENTORNO EDUCATIVO

El entorno educacional busca identificar el nivel educativo de los empleados, la oferta de capacitación y formación para la sub-área y sus principales dificultades, la cobertura, el énfasis y las necesidades actuales de formación.

“El nuevo concepto de la capacitación y la formación cambia el enfoque tradicional de oferta académica por un enfoque de demanda productivo, los programas rígidos por programas flexibles y modulares y deja de manejarse aisladamente para ser un proceso permanente”.¹⁵

La educación en Colombia se ha visto en los últimos años como un objetivo primordial, ya que a través de ella se le apuesta al avance y desarrollo del país. Actualmente, el gobierno está implementando programas especializados que se centren en las competencias laborales que tiene la persona, y en sus habilidades y destrezas adquiridas en los distintos procesos productivos. Sin embargo, para conocer estas competencias, se hace necesario saber cuál es el nivel de escolaridad en el cuál están estas personas dentro de las diferentes organizaciones en que se encuentran; y cuál es el tipo de formación que necesitan para ser trabajadores productivos con alto potencial.

El Ministerio de Educación Nacional proyecta para el año 2019, lo que se espera del sistema Educativo. Se planea una Revolución Educativa en donde haya:

- “Un sistema educativo basado en la formación de competencias, donde se fijen estándares para cada nivel desde preescolar hasta superior.
- Un sistema de evaluación que garantice la comparabilidad de los resultados entre los diferentes niveles educativos y referenciados internacionalmente.
- Instituciones educativas autónomas, responsables de los resultados.
- Un sistema de aseguramiento de la calidad de la oferta del servicio (acreditación, certificación de calidad de las instituciones educativas).
- Programas estratégicos para mejorar la calidad y la competitividad de las personas y del país.
- Instituciones educativas con infraestructura de computadores y conexión a Internet, que utilizan las posibilidades de las TIC para mejorar la calidad de la educación.
- Estudiantes con dominio funcional del inglés como segunda lengua.
- Instituciones educativas que incorporen competencias laborales generales en los planes de estudio”.¹⁶

¹⁵ Sena. Documentación Competencias Laborales

¹⁶ Presidencia de la Republica. Sitio Web 2007

Además de estas metas que se tienen estimadas para el 2019, el gobierno ha empezado a trabajar en la forma de mejorar el nivel educativo de la población Colombiana. En enero del 2007 se destinaron catorce mil millones de pesos (\$14.000.000.000) para que no hubiera deserción en las universidades e institutos técnicos y tecnológicos por factores económicos y así de esta forma bajar del 48.2 % que es la tasa de deserción en la educación superior al 40% en el 2010.

La Ministra de Educación, Cecilia María Vélez White durante el Consejo Comunitario de Gobierno sobre Educación habló de los retos del país para el sector educativo en el periodo de 2007-2010 y al respecto dijo:

“En educación superior, el desarrollo de una línea de crédito subsidiada en el ICETEX, hizo posible el ingreso a la universidad a muchos estudiantes de estratos 1 y 2, y se constituyó en un mecanismo para evitar la deserción por razones económicas. De igual forma, la creación de los Centros regionales de Educación Superior (CERES), nos permitió llegar a zonas en las cuales era imposible con el esquema tradicional de la universidad. La profundización de estos dos instrumentos, más la oferta de subsidios de sostenimiento para alumnos de estratos 1 y 2, permitirán garantizar el aumento sostenido de la cobertura en este nivel de educación.

Es preciso acompañar este esfuerzo con estrategias deliberadas y sostenidas para mejorar la calidad, de forma que se propicie el desarrollo de competencias, para que las personas dispongan de las herramientas necesarias para enfrentar creativamente distintas situaciones, resolver problemas, adaptarse a los cambios y aprender a lo largo de toda la vida. Esto implica no solo cambiar la visión de qué se aprende (de los contenidos a las competencias), sino la mirada sobre cómo se aprende (de la transmisión de conocimiento al aprendizaje activo)¹⁷.

3.1. Oferta de capacitación y formación

La formación académica en Colombia es amplia para todos los niveles ocupacionales, encontrándose formación en casi todas las regiones que conforman la geografía Colombiana.

La formación ofrecida por instituciones privadas, oficiales y mixtas:

- Establecimientos de Educación Media Técnica
- Institutos de Educación no formal
- Institutos Tecnológicos
- Corporaciones Educativas
- Universidades

De acuerdo con la información recolectada en las diferentes organizaciones e instituciones de la sub-área se estableció para la oferta de capacitación y formación, la identificación de las zonas, programas ofrecidos, tipo de formación e institución oferente.

¹⁷ SNE. Presidencia de la República. Sitio Web 2006

3.1.1. Oferta educativa del SENA

La oferta educativa para la sub-área de Instrumentación y Automatización se plantea para los cursos y programas del SENA para cada región del país.¹⁸ (Tabla 45)

Tabla 45. Oferta SENA de programas y cursos

Zona	Programa
Antioquia	Tecnólogo en Automatización Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Mecánico General de Mantenimiento
	Tecnólogo en Autotrónica
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos Industriales
Atlántico	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Técnico Profesional en Automatización
	Mecánico General de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos industriales
	Técnico en Mantenimiento Electromecánico
	Tecnólogo en Electrónica Industrial
	Especialista de Sistemas Hidráulicos
	Especialista en Manipuladores y PLC
	Especialista en Electrónica Industrial
	Especialista en Mantenimiento Industrial
	Ayudante de Mantenimiento
Bolívar	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Ayudante de Montaje En Instrumentación
	Mecánico General de Mantenimiento
	Mecánico de Mantenimiento de Plantas Industriales
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Ayudante de Montaje en Instrumentación
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
Santafé De Bogotá	Tecnólogo en Autotrónica
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos Industriales
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Mecánico General de Mantenimiento
	Electricista Instalador
	Técnico Profesional en Control de la Producción Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Tecnólogo en Mantenimiento Industrial
	Tecnólogo en Gestión de la Producción Industrial
	Técnico Profesional Mecánico Matricero de Moldes
	Técnico Profesional en Automatización
	Auxiliar en Sistemas Hidráulicos
	Auxiliar en Sistemas Neumáticos
Electricista Instalador	
Boyacá	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Ayudante de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Diseño Mecánico
	Mecánico General de Mantenimiento
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
Técnico Profesional en Electricidad Industrial	
Auxiliar en Sistemas Hidráulicos	

Continúa.

¹⁸ SENA, Dirección general. Base de datos de programación. 2005

Continuación Tabla 45.

Zona	Programa
Caldas	Tecnólogo en Electrónica Industrial
	Tecnólogo en Automatización Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos Industriales
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Técnico Profesional en Diseño Mecánico
	Mecánico General de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
Cauca	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Auxiliar en Sistemas Neumáticos
	Mecánico General de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Tecnólogo en Electrónica Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Técnico Profesional en Control de la Producción Industrial
Cesar	Auxiliar en Sistemas Hidráulicos
	Mecánico General de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Electricista Instalador
Chocó	Electricista Instalador
Córdoba	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Mecánico General de Mantenimiento
	Auxiliar en Sistemas Neumáticos
	Auxiliar en Sistemas Hidráulicos
Huila	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Electricista Instalador
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Auxiliar en Sistemas Hidráulicos
Magdalena	Mecánico General de Mantenimiento
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Electricista Instalador
Nariño	Ayudante de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos Industriales
	Mecánico General de Mantenimiento
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
Norte De Santander	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Técnico Profesional en Automatización
	Tecnólogo en Autotrónica
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Mecánico General de Mantenimiento
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
Quindío	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Mecánico General de Mantenimiento
Risaralda	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Tecnólogo En Autotrónica
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Técnico Profesional en Instrumentación y Control de Procesos Industriales
	Mecánico General de Mantenimiento
	Tecnólogo en Autotrónica
Electricista de Instalaciones Y Mantenimiento	

Continua.

Continuación Tabla 45.

Zona	Programa
Santander	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Técnico Profesional en Electricidad Industrial
	Técnico Profesional en Mantenimiento Industrial
	Técnico Profesional en Diseño Mecánico
	Tecnólogo en Autotrónica
	Tecnólogo en Automatización Industrial
	Mecánico General de Mantenimiento
	Electricista de Instalaciones y Mantenimiento
	Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico
	Mecánico de Mantenimiento de Plantas Industriales
	Instrumentista Industrial
	Electricista Instalador
	Técnico Profesional en Control de la Producción Industrial
	Tolima
Técnico Profesional en Mantenimiento Electrónico	
Técnico Profesional en Automatización	
Electricista de Instalaciones y Mantenimiento	
Mecánico General de Mantenimiento	
Auxiliar en Sistemas Hidráulicos	
Técnico Profesional en Telecomunicaciones	
Electricista Instalador	
Auxiliar en Sistemas Neumáticos	
Ayudante de Mecánica Industrial	

Fuente: Planeación Sena. Dirección General

3.1.2. Oferta educativa de otras instituciones

La principal oferta educativa de otras instituciones para la sub-área está representada en programas académicos de tipo técnico, tecnológico y universitario, así:

Tabla 46. Oferta de educativa de otras instituciones

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
Barranquilla	Admón. de la Producción Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Diseño Industrial	Universitaria	Politécnico Costa Atlántica
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Corporación Universitaria de la Costa
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Politécnico Costa Atlántica
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad del Norte
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Corporación Universitaria de la Costa
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad del Norte
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria de la Costa
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Politécnico Costa Atlántica
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma del Caribe
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad del Atlántico
	Admón. de la Producción Industrial	Tecnológica	Fundación Tecnológica Arévalo
	Tecnología en Diseño Industrial	Tecnológica	Politécnico Costa Atlántica
	Tecnología en Ingeniería Eléctrica	Tecnológica	Politécnico Costa Atlántica
Instrumentación y Controles Industriales	Tecnológica	Fundación Tecnológica Arévalo	
Tecnología en Ingeniería Industrial	Tecnológica	Politécnico Costa Atlántica	

Continúa.

Continuación Tabla 46.

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
Bello	Diseño Industrial	Tecnológica	Politécnico Marco Fidel Suárez
Bogotá	Ingeniería Logística	Universitaria	Corporación John F Kennedy
	Ingeniería de la Producción	Universitaria	Escuela Administración de Negocios
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Escuela Colombiana de Carreras Industriales
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Escuela Colombiana Ingeniería Julio Garavito
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Fundación Universitaria Central
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Fundación Universitaria de América
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Fundación Universitaria Los Fundadores
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad de los Andes
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Inca de Colombia
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Libre
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Santo Tomas
	Ingeniería Mecatrónica	Universitaria	Universidad de San Buenaventura
	Ingeniería Mecatrónica	Universitaria	Universidad Militar Nueva Granada
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Conuersitec
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Jorge Todeo Lozano
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Javeriana
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma de Colombia
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad de los Andes
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad La Salle
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad de los Andes
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Autónoma de Colombia
	Ingeniería de Diseño y Automatización Electrónica	Universitaria	Universidad La Salle
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Fundación Universitaria Central
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Fundación Universitaria Las Libertades
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Fundación Universitaria Manuela Beltrán
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Javeriana
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Autónoma de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Cooperativa de Colombia
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de los Andes	
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad San Buenaventura	
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad El Bosque	
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Inca de Colombia	
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia	
Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Santo Tomas	
Ingeniería de Materiales y Metalurgia	Universitaria	Universidad Libre	
Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Instituto Superior de Educación Social	
Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Conuersitec	
Ingeniería Industrial	Universitaria	Escuela Colombiana de Carreras Industriales	
Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación para la Educación Superior Real de Colombia	
Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universitaria de América	

Continua.

Continuación Tabla 46.

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
Bogotá	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universitaria Las Libertades
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universitaria Manuela Beltrán
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universitaria San Martín
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Javeriana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Católica de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Cooperativa de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad de la Sabana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad de los Andes
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Inca de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Libre
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Militar Nueva Granada
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Sergio Arboleda
	Ingeniería Logística	Tecnológica	Corporación Instituto Tecnológico de la Seguridad
	Tecnología en Logística	Tecnológica	Corporación John Fundación Kennedy
	Ingeniería Logística	Tecnológica	Universidad Conuersitec
	Tecnología Diseño Industrial	Tecnológica	Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
	Tecnología en Ingeniería Electromecánica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Universidad San Buenaventura
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Universidad Conuersitec
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Centro Tecnológico Inespro
	Tecnología en Ingeniería de Automatización Industrial	Tecnológica	Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
	Tecnología en Ingeniería Instrumentación y Control	Tecnológica	Corporación Tecnológica Industrial Colombiana
	Electrónica Industrial	Técnica	Escuela Colombiana de Carreras Industriales
	Electrónica Industrial	Técnica	Fundación Interamericana Técnica
	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación
	Ingeniería Electrónica	Técnica	Profesional en Educación
Electrónica Industrial	Técnica	Fundación Instituto Superior Carreras Técnicas	
Electrónica Industrial	Técnica	Escuela Colombiana de Carreras Industriales	
Diseño de Ingeniería	Técnica	Corporación de Diseños Industriales	
B/manga	Diseño Industrial	Universitaria	Fundeuis
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Industrial de Santander
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Fundación Universitaria Manuela Beltrán
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Industrial de Santander
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Javeriana
	Ingeniería Metalúrgica	Universitaria	Universidad Industrial de Santander
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Educativa ITAE
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria de Santander
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Javeriana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Industrial de Santander
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Industrial de Santander
	Ingeniería de Producción	Tecnológica	Fundación Tecnológica Instituto de Educación Superior
	Tecnología en Electromecánica	Tecnológica	Unidades Tecnológicas de Santander
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Unidades Tecnológicas de Santander
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Cooperativa de Colombia
Ingeniería Industrial	Tecnológica	Corporación Educativa ITAE	

Continúa.

Continuación Tabla 46.

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
B/tura	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Universidad del Valle
Buga	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad del Valle
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Universidad del Valle
Cali	Ingeniería de Producción	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad del Valle
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad ICESI
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad del Valle
	Tecnología en Electrónica	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Tecnología en Electrónica	Universitaria	Universidad Javeriana
	Tecnología en Electrónica	Universitaria	Universidad San Buenaventura
	Tecnología en Electrónica	Universitaria	Universidad del Valle
	Ingeniería de Materiales	Universitaria	Universidad del Valle
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Centro Colombiano de Estudios Profesionales
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Educativa Centro Superior
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación IDCI
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Javeriana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Cooperativa de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad San Buenaventura
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad del Valle
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad ICESI
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Santiago de Cali
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad del Valle
	Ingeniería Mecatrónica	Universitaria	Universidad Autónoma de Occidente
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Corporación Instituto de Formación Tecnológica Daniel Gillard
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Instituto Tecnológico Municipal Antonio Jose Camacho
	Tecnología en Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Centro Colombiano de Estudios Profesionales
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Corporación Educativa Centro Superior
	Tecnología en Ingeniería Industrial	Tecnológica	Centro Colombiano de Estudios Profesionales
	Tecnología en Instrumentación Industrial	Tecnológica	Instituto Tecnológico Municipal Antonio Jose Camacho
	Tecnología en Metalmeccánica	Tecnológica	Corporación Instituto de Formación Tecnológica Daniel Gillard
	Producción Industrial	Técnica	Corporación Educativa de Carreras Técnicas
	Diseño Industrial	Técnica	Fundación Académica de Dibujo Profesional
Ingeniería Electrónica	Técnica	Instituto Técnico Escuelas Americanas de Negocios	
Ingeniería Industrial	Técnica	Instituto Técnico Escuelas Americanas de Negocios	
Tecnología Profesional en Ingeniería Industrial	Técnica	Fundación IDCI	

Continúa.

Continuación Tabla 46.

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
Cartagena	Ingeniería de Productividad	Universitaria	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco
	Ingeniería de Productividad y Calidad	Universitaria	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Corporación Universitaria Tecnológica de Bolívar
	Administración de la Producción	Tecnológica	Fundación Tecnológica Antonio Arévalo
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Fundación Tecnológica Antonio Arévalo
	Tecnología en Instrumentación Industrial	Tecnológica	Fundación Tecnológica Antonio Arévalo
	Tecnología en Control de Calidad	Tecnológica	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco
Ingeniería de Producción Industrial	Tecnológica	Fundación Instituto Tecnológico Comfenalco	
Cartago	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Universidad del Valle
Cúcuta	Ingeniería de Producción Biotecnológica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
	Ingeniería de Producción Industrial	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
	Ingeniería Electromecánica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria de Santander
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Libre
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
Duitama	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
	Administración Industrial	Universitaria	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
	Ingeniería Electromecánica	Universitaria	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Envigado	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de Envigado
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Escuela de Ingeniería de Antioquia
Florencia	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Fusagasugá	Ingeniería Electrónica	Universitaria	
Granada	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Ibagué	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de Ibagué
	Ingeniería Industrial	Universitaria	
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad de Ibagué
	Electrónica Digital	Técnica	Politécnico Central
IpiALES	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior

Continúa.

Continuación Tabla 46.

Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
Manizales	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma de Manizales
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Electrónica y Automatización	Universitaria	Universidad Autónoma de Manizales
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Mecánica y de Manufactura	Universitaria	Universidad Autónoma de Manizales
Medellín	Tecnología de Sustancias Minerales	Tecnológica	Universidad de Caldas
	Tecnología en Mecánica Industrial	Tecnológica	Universidad Autónoma de Manizales
	Ingeniería de Procesos	Universitaria	Universidad San Buenaventura
	Ingeniería de Procesos	Universitaria	Universidad EAFIT
	Ingeniería de Producción	Universitaria	Universidad EAFIT
	Ingeniería de Producción y Calidad	Universitaria	Politécnico Jaime Isaza Cadavid
	Ingeniería de Producción Industrial	Universitaria	Universidad Cooperativa
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Cooperativa de Colombia
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad de Antioquia
	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Cooperativa de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de Antioquia
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad San Buenaventura
	Ingeniería de Producción Industrial Instrumentación y Control	Universitaria	Politécnico Jaime Isaza Cadavid
	Ingeniería de Minas y Metalurgia	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería de Control	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería de Diseño de Producto	Universitaria	Universidad EAFIT
	Ingeniería de Materiales	Universitaria	Universidad de Antioquia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Autónoma Latinoamericana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Cooperativa de Colombia
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad de Antioquia
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad EAFIT
	Ingeniería Mecánica	Tecnológica	Universidad Nacional de Colombia
	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Corporación Académica Tecnológica Colombiana
Tecnología en Instrumentación Industrial	Tecnológica	Politécnico Jaime Isaza Cadavid	
Ingeniería Industrial	Tecnológica	CIDCA	
Tecnología en Supervisión y Mantenimiento de Maquinaria Industrial	Tecnológica	Politécnico Arzobispo Salazar y Herrera	
Tecnología Industrial	Tecnológica	Politécnico Jaime Isaza Cadavid	
Montería	Ingeniería Eléctrica	Universitaria	Corporación Universitaria del Sinú
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Corporación Universitaria del Sinú
	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Pontificia Bolivariana
	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Universitaria del Sinú

Continúa.

Continuación Tabla 46.

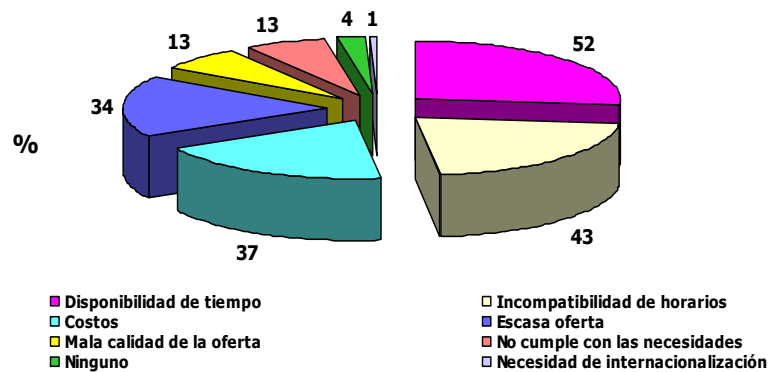
Ciudad	Programa Académico	Formación	Institución
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Surcolombiana
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria del Huila
	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Universidad CIDCA
Neiva	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Ocaña	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
Palmira	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Nacional de Colombia
Pamplona	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de Pamplona
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad de Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Tecnología en Electromecánica	Tecnológica	Universidad Antonio Nariño
	Diseño Industrial	Universitaria	Universidad Católica Popular de Risaralda
	Economía Industrial	Universitaria	Universidad Católica Popular de Risaralda
	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Universidad CIDCA
Pereira	Ingeniería Automática Industrial	Universitaria	Universidad del Cauca
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universidad de Popayán
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Antonio Nariño
	Tecnología en Electromecánica	Tecnológica	Universidad Antonio Nariño
Popayán	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Puerto Asís	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Católica de Oriente
Ríonegro	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Santa Marta	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Sincelejo	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Socorro	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad Libre
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Universidad UPTA
Sogamoso	Ingeniería Mecánica	Universitaria	Universidad Francisco de Paula Santander
Tibú	Mantenimiento Electrónico	Técnica	Corporación Unificada Nacional de Educación Superior
Tolú	Ingeniería Industrial	Universitaria	Unidad Central del Valle del Cauca
	Tecnología en Electrónica	Tecnológica	Universidad del Valle
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad Santo Tomas
	Ingeniería Metalúrgica	Universitaria	Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Fundación Universidad de Boyacá
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Corporación Universitaria Del Meta
	Ingeniería Electrónica	Universitaria	Universidad de los Llanos
	Ingeniería Industrial	Universitaria	Corporación Universitaria Del Meta
	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Fundación Centro de Investigación Docencia y Consultoría Administrativa
Tunja	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Universidad CIDCA
	Tecnología Electrónica	Tecnológica	Politécnico Universidad del Valle
	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Politécnico Universidad del Valle
Villavicencio	Ingeniería Electrónica	Tecnológica	Universidad del Valle
Zarzal	Ingeniería Industrial	Tecnológica	Universidad del Valle

Fuente: Resultado de la investigación

3.2. Problemas en el requerimiento de servicios de capacitación y formación

Las empresas encuestadas manifiestan que los principales problemas encontrados cuando han requerido un servicio de capacitación son: la disponibilidad de tiempo (52%) y la incompatibilidad de horarios (43%), la falta de tiempo es una razón presentada como justificación para no acudir a diferentes programas de formación o también el reflejo de la falta de conciencia en cuanto a la importancia de la capacitación, por parte de empleados y empleadores, para mejorar la calidad de vida ocupacional y obtener desarrollo profesional. (Tabla 47 y Gráfico 17). La disponibilidad de tiempo y la incompatibilidad de horarios pueden estar relacionadas, debido a que una oferta de cursos de capacitación en horarios diurnos y/o jornadas muy extensas dificulta la posibilidad de que las empresas los utilicen.

Gráfico 17. Problemas en los servicios de capacitación



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 17

Se han presentado otro tipo de problemas como los costos (37%) en un tercer lugar, reflejo de una necesidad latente donde el sector empresarial y el gobierno deben intervenir con la financiación de los procesos de capacitación de la mano de obra calificada. La escasa oferta, mala calidad de la oferta y el incumplimiento con las necesidades de la industria, producen un reclamo a que las instancias académicas y el sector productivo establezcan un equilibrio, de tal forma que la educación no quede supeditada a las exigencias del mercado pero, si contribuya al desarrollo de los procesos productivos a través de propuestas académicas acordes con el desarrollo tecnológico actual.

Tabla 47. Problemas en los servicios de capacitación por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Disponibilidad de tiempo	58	43	48	43	63	62	52
Incompatibilidad de horarios	58	36	26	48	38	38	43
Costos	42	50	30	30	38	31	37
Escasa oferta	32	50	39	26	38	23	34
Mala calidad de la oferta	6	29	30		13	8	13
No cumple con las necesidades	16	7	17	17			13
Ninguno	10		4	4			4
Necesidad de internacionalización			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 17

Tabla 48. Problemas en los servicios de capacitación – Tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Disponibilidad de tiempo	54	47	52
Incompatibilidad de horarios	49	27	43
Costos	41	23	37
Escasa oferta	35	30	34
Mala calidad de la oferta	13	13	13
No cumple con las necesidades	10	20	13
Ninguno	2	10	4
Necesidad de internacionalización	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 17

El mercado de Oferta presenta disponibilidad de tiempo como el principal problemas. (Tabla 48)

3.3. Empleados con necesidad ser calificados

En las seis ciudades incluidas en esta investigación, se requiere capacitar por empresa, en promedio 21 empleados, se estima que existe un total potencial en el universo de 7.114 empleados que las empresas consideran la necesidad de capacitar. (Tabla 49 y Gráfico 18)

Tabla 49. Empleados con necesidad de ser calificados

	Total				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Hombres a capacitar	74	1	250	16	5.372
Mujeres a capacitar	33	1	180	12	4.121
Total de empleados a capacitar	75	1	290	21	7.114

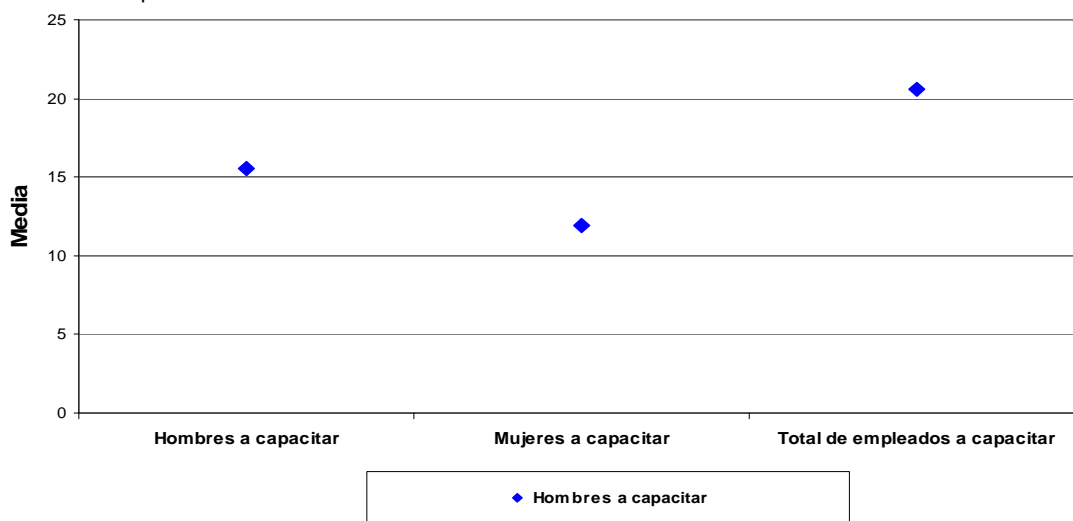
	Cali					Medellín				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Hombres a capacitar	21	2	160	19	1.824	12	1	23	9	380
Mujeres a capacitar	8	1	40	9	828	5	2	17	7	301
Total de empleados a capacitar	21	2	200	22	2.139	12	1	32	12	505

	Bogotá					Barranquilla				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Hombres a capacitar	15	1	20	7	495	10	1	250	33	2.369
Mujeres a capacitar	7	1	10	5	340	7	1	180	34	2.469
Total de empleados a capacitar	15	1	30	9	653	11	2	290	52	3.724

	Bucaramanga					Manizales				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Hombres a capacitar	8	1	14	5	117	8	1	108	22	843
Mujeres a capacitar	3	1	6	3	78	3	1	4	2	78
Total de empleados a capacitar	8	1	20	6	146	8	1	112	22	873

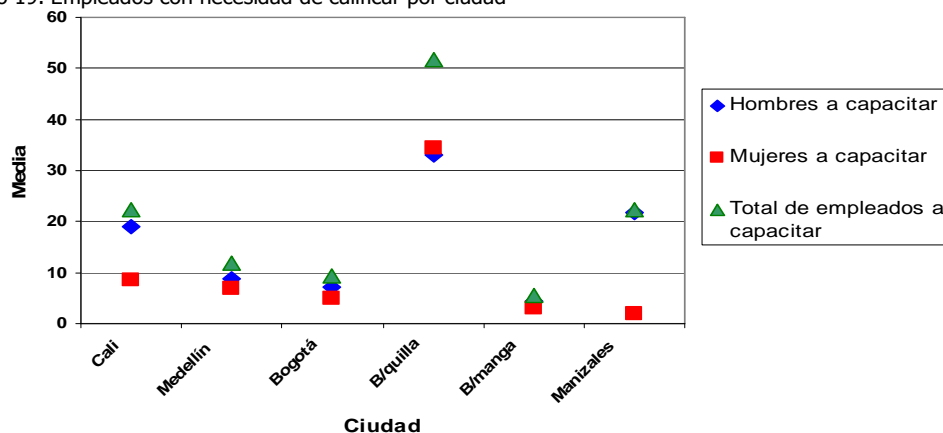
Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

Gráfico 18. Empleados con necesidad de calificar



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

Gráfico 19. Empleados con necesidad de calificar por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación

En empresas que demandan Instrumentación y Automatización el número de empleados que requieren ser capacitados es mayor, que en las empresas de oferta, en promedio son 24 empleados y 8 respectivamente. Se estima que el 18% de los empleados requieren ser capacitados en empresas de demanda, y el 15% en las de Oferta. (Tabla 50)

Tabla 50. Empleados con necesidad de ser calificados por tipo de mercado

	Demanda					Oferta				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Hombres a capacitar	56	1	250	19	4,699	18	1	23	6	563
Mujeres a capacitar	23	1	180	15	3,916	10	1	10	4	344
Total de empleados a capacitar	57	1	290	24	6,196	18	1	30	8	754

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

Se observa que el sector de la demanda presenta un mayor porcentaje de empleados potenciales a capacitar con respecto al sector de la oferta; lo que puede implicar que más personas se desempeñan en el sector de la demanda o que éste sector requiere una mayor cantidad de capacitación (capacitaciones periódicas), o incluso que el sector de la demanda requiere una gran variedad de conocimientos en una mayor diversidad de áreas.

3.4. Ocupaciones donde se requiere calificar trabajadores

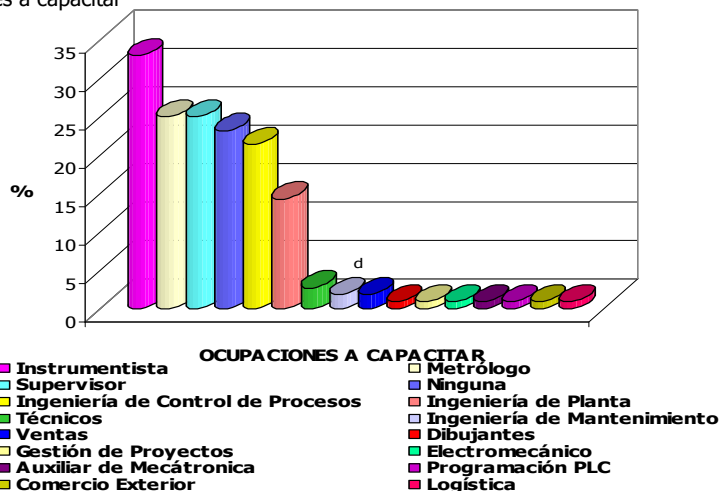
Las empresas encuestadas en este estudio, manifiestan la necesidad de calificar sus empleados en diversas ocupaciones, las principales de ellas son; instrumentistas (33%), métrólogos (25%), supervisores (25%) e ingenieros de control de procesos (21%). Es de resaltar que el 23% de las empresas afirman no requerir capacitación de ninguno de sus empleados. (Tabla 51 y Gráfico 20)

Tabla 51. Ocupaciones a capacitar por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Instrumentista	48	21	30	26	13	38	33
Métrólogo	35	21	22	13	13	38	25
Supervisor	19	29	17	30	50	23	25
Ninguna	26	14	22	30		31	23
Ingeniería de Control de Procesos	13	14	39	26	25	8	21
Ingeniería de Planta	3	7	9	22	38	31	14
Técnicos		7	4		13		3
Ingeniería de Mantenimiento	3		4				2
Ventas			9				2
Dibujantes			4				1
Gestión de Proyectos			4				1
Electromecánico			4				1
Auxiliar de Mecátronica			4				1
Programación PLC			4				1
Comercio Exterior			4				1
Logística			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

Gráfico 20. Ocupaciones a capacitar



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

La ocupación que más requiere de capacitación por parte de las empresas es la de instrumentista, seguida por la de metrologos. (Tabla 52)

Tabla 52. Ocupaciones a capacitar por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Instrumentista	28	47	33
Metrológo	29	13	25
Supervisor	33	3	25
Ninguna	21	30	23
Ingeniería de Control de Procesos	15	40	21
Ingeniería de Planta	17	7	14
Técnicos	4		3
Ingeniería de Mantenimiento	2		2
Ventas		7	2
Dibujantes		3	1
Gestión de Proyectos	1		1
Electromecánico	1		1
Auxiliar de Mecánica		3	1
Programación PLC		3	1
Comercio Exterior		3	1
Logística		3	1
Operador de Calderas	6	3	0
Operarios CNC	5		0
Técnicos Electricista	2	3	0
Control de Calidad	2		0
Mecánica	1	3	0
Electricidad	1	3	0
Técnicos de Mantenimiento	2		0
Analistas	1		0
Técnico Frigorista	1		0
Técnicos en Refrigeración	1		0
Soldadura	1		0
Automatización	1		0
Control Industrial	1		0
Ingeniería Electrónica		3	0
Ingeniería Mecánica	1		0
No responde		3	0

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 18

De acuerdo con el tipo de mercado, las ocupaciones en las que se requiere capacitación es la de supervisores (33%), adicionalmente las empresas que demandan Instrumentación y Automatización requieren capacitación en metrología (29%) e instrumentistas (28%), las empresas que ofrecen Instrumentación y Automatización requieren ingenieros de control de procesos (40%). (Tabla 52)

3.5. Nivel educativo de la población ocupada

En el ámbito nacional, las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización tiene un alto número de empleados con escolaridad secundaria, (79 en promedio por empresa) con relación a los otros niveles escolares, el mínimo encontrado fue de uno hasta un máximo de 700; actualmente las empresas tienen en promedio 33 empleados con escolaridad primaria, con un mínimo de un empleado hasta un máximo de 230; 16 con escolaridad técnica, con un mínimo de

un empleado hasta un máximo de 200, 12 con escolaridad tecnológica, con un mínimo de un empleado hasta un máximo de 200, 13 con pregrado con un mínimo de un empleado hasta un máximo de 150 y 9 con postgrado con un mínimo de un empleado hasta un máximo de 50. (Tabla 53 y Gráfico 21)

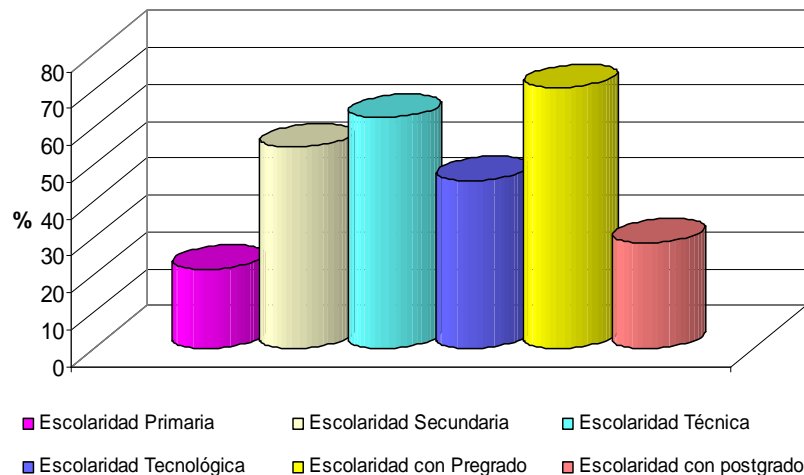
Tabla 53. Escolaridad de los empleados

	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Escolaridad Primaria	24	1	230	33	11.317
Escolaridad Secundaria	61	1	700	79	27.476
Escolaridad Técnica	70	1	200	16	5.373
Escolaridad Tecnológica	51	1	200	12	4.091
Escolaridad con Pregrado	79	1	150	13	4.533
Escolaridad con postgrado	32	1	50	9	3.125

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 16

De la totalidad de empresas se encontró que algo más del 60% tienen empleados con estudios de pregrado y el 26% con postgrado, empresas con empleados con escolaridad técnica o tecnológica superan el 50%, y tan solo el 18% de ellas cuenta con empleados de escolaridad primaria, (Gráfico 21) es clara la tendencia a requerir empleados con mayor nivel de calificación para las áreas específicas. Posiblemente los porcentajes de escolaridad bajo pertenecen a empleados que tienen un conocimiento de muchos años debido a la experiencia, pero que a futuro tiende a desaparecer.

Gráfico 21. Escolaridad de los empleados



Fuente: Resultado de la investigación

Tabla 54. Escolaridad de los empleados por ciudad

	Cali					Medellín				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Escolaridad Primaria	3	8	20	13	1.280	7	1	230	68	2.918
Escolaridad Secundaria	13	5	700	115	11.010	11	7	470	93	3.987
Escolaridad Técnica	17	2	200	30	2.903	9	1	89	22	927
Escolaridad Tecnológica	17	2	200	23	2.208	8	1	31	7	306
Escolaridad con Pregrado	23	1	150	19	1.862	12	1	77	12	505
Escolaridad con Posgrado	9	2	50	17	1.589	5	2	29	8	335

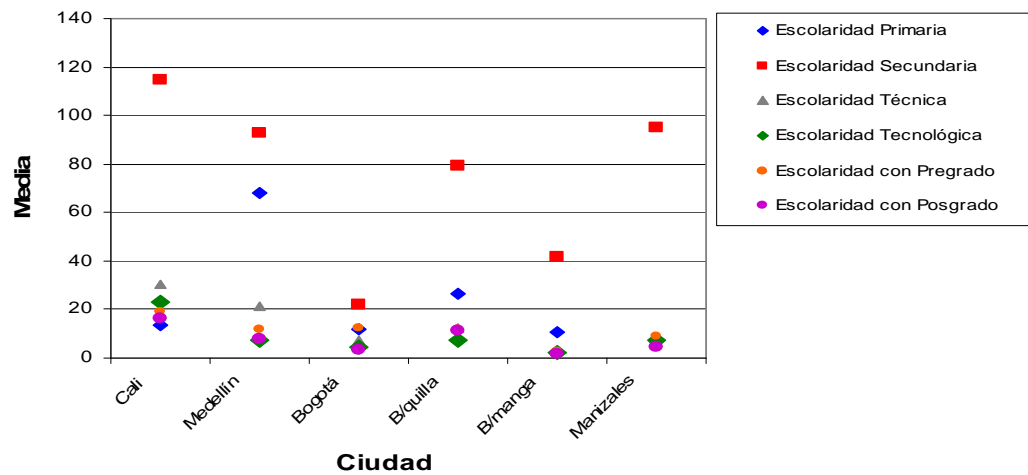
	Bogotá					Barranquilla				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Escolaridad Primaria	2	3	21	12	840	8	1	70	26	1.899
Escolaridad Secundaria	8	1	78	22	1.523	14	1	300	79	5.714
Escolaridad Técnica	14	1	30	7	520	15	1	50	12	878
Escolaridad Tecnológica	10	1	10	5	315	7	1	15	8	545
Escolaridad con Pregrado	17	1	80	12	861	12	1	70	12	846
Escolaridad con Posgrado	7	1	10	4	250	5	1	30	11	806

	Bucaramanga					Manizales				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Escolaridad Primaria	2	1	20	11	273	2	2	12	7	273
Escolaridad Secundaria	7	2	225	41	1.077	8	1	200	95	3.695
Escolaridad Técnica	6	1	5	3	69	9	1	30	8	329
Escolaridad Tecnológica	2	1	4	3	65	7	1	27	7	290
Escolaridad con Pregrado	6	1	5	3	69	9	1	30	9	355
Escolaridad con Posgrado	2	1	2	2	39	4	3	8	4	166

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 16

En la actualidad la escolaridad secundaria es el nivel de estudio más representativo en todas las ciudades; la mayor cantidad de personas que se desempeñan en ocupaciones del área de instrumentación y automatización industrial tienen un nivel máximo de escolaridad secundaria.

Gráfico 22. Escolaridad de los empleados por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 16

Tabla 55. Escolaridad de los empleados por – Tipo de mercado

	Demanda					Oferta				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial	N	Mínimo	Máximo	Media	Total Potencial
Escolaridad Primaria	21	1	230	37	9.301	3	1	8	4	403
Escolaridad Secundaria	52	1	700	92	23.383	9	1	10	4	393
Escolaridad Técnica	53	1	200	18	4.640	17	1	32	7	629
Escolaridad Tecnológica	38	1	200	15	3.669	13	1	10	4	372
Escolaridad con Pregrado	57	1	150	14	3.418	22	1	80	12	1.120
Escolaridad con Posgrado	22	1	50	10	2.634	10	1	30	6	558

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 16

En las empresas que ofertan servicios se observa un valor promedio mayor de empleados con alto grado de escolaridad (Pregrado y postgrado), frente a las demás niveles de escolaridad, en las empresas que demandan servicios de Instrumentación y Automatización, esta relación es inversa. (Tabla 55)

4. ENTORNO ORGANIZACIONAL

El entorno organizacional pretende identificar la estructura de las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización a través de los bienes y servicios que se ofrecen, el tamaño del mercado atendido, las relaciones con clientes, proveedores, asociaciones y gremios, el manejo administrativo de las empresas y la percepción que tienen los empresarios acerca de la organización de la sub-área. Además, pretende identificar el marco legal y las entidades reguladoras en lo referente a políticas y normas.

Este sector productivo no cuenta con una estructura definida en cuanto a la sub-área de Instrumentación y Automatización. Ahora, lo que si está claro, es que esta siendo influido por las TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones), en su forma de interrelacionarse. En el sector productivo (servicios de información, inteligencia de mercados, sistemas de información georeferencial, automatización industrial, sistemas de control, control de calidad, etc.), están profundamente vinculadas a procesos de innovación que están transformando el sector productivo en la industria, el agropecuario, el de transportes y el energético, constituyéndose en factor esencial de productividad y competitividad en dichos sectores de la producción.

Lo anterior se está reflejando en profundos procesos de cambio organizacional, productivo y empresarial, donde las TICs:

- Están redefiniendo la forma como las empresas se relacionan con sus clientes y sus proveedores.
- Tienen un gran impacto sobre la manera como se organizan las actividades de producción dentro de la empresa.
- Están transformando los procesos de distribución y mercadeo (comercio electrónico).
- Abren nuevas formas de participación en las empresas y de interacción entre sus diversas instancias gerenciales (con incidencia en sus estilos gerenciales).
- Facilitan acceso a información sobre mercados (información tecno-económica) en tiempo real.
- Tienen un profundo impacto en el proceso de "reestructuración competitiva", ya que pueden generar desempleo en ciertas ramas de la producción por medio de procesos de automatización, al mismo tiempo que generan empleo a través de las nuevas industrias y servicios de la información y las comunicaciones (la llamada "nueva economía").
- Están transformando el mercado de trabajo abriendo nuevas formas y modalidades de trabajo por medio del "tele-trabajo", y llevando a cambios en las competencias que se requieren en la formación de recursos humanos.
- Están dinamizando las "cadenas de producción", al hacer viables la interacción en tiempo real entre los actores sociales que constituyen la cadena, abriendo además la posibilidad de que ellas comiencen a actuar como cadenas o comunidades virtuales (utilizando Internet como medio de trabajo).

- Están transformando la naturaleza misma de los procesos de innovación, ya que estos últimos están pasando de ser innovaciones basadas esencialmente en productos y en procesos, a crecientemente convertirse en innovaciones basadas en el manejo de información y del conocimiento.
- Lo anterior está poniendo énfasis en la necesidad de desarrollar en las empresas una capacidad de manejar ese conocimiento y por lo tanto en la necesidad de desarrollar una "capacidad de aprendizaje" (las empresas y las organizaciones como "organizaciones del conocimiento" o como "organizaciones que aprenden").¹⁹

En Colombia muchos de estos aspectos no se aprovechan, por el desconocimiento que se tiene de las nuevas tecnologías, de la existencias de las TICs, muchas empresas se han visto en la necesidad de viajar a otros países para ver el potencial que tienen las industrias lo nuevo que están aplicando en ellas, pero aquellas pequeñas y medianas empresas que no tienen la posibilidad de hacerlo quedan en las tecnologías obsoletas. El uso adecuado de las TICs permiten que se generen gremios u entornos en donde se "*faciliten y fomenten procesos de aprendizaje y de innovación* en las cadenas de producción, a través, por ejemplo, del surgimiento de redes y comunidades virtuales de manejo del conocimiento en sectores tecnológicos y productivos específicos. La *Gestión del Entorno* es uno de los aspectos más críticos para poder incrementar la eficiencia del entorno institucional y dinamizar procesos de innovación en cadenas de producción".²⁰

Una de las dimensiones más importantes del proceso de reestructuración competitiva que se está dando en casi todos los países del mundo es el surgimiento de la *Nueva Economía*, constituida esencialmente por empresas y sectores de alto contenido tecnológico y uso del conocimiento ("*knowledge economy*"). Estos sectores son los relacionados con la biotecnología, con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) y con los nuevos materiales. La sola industria de telecomunicaciones (uno de los componentes de las TICs) es uno de los sectores más grandes y dinámicos de la economía tanto a nivel mundial como nacional. Los otros dos componentes de las TICs, la industria del software y de la electrónica, representan mercados y sectores de la producción que se están expandiendo a una notable velocidad.

Hasta ahora el tema de la automatización industrial estaba limitado a empresas de mayor tamaño y escala de producción. Hoy, con la reducción muy significativa de los costos y con el desarrollo de sistemas de control y automatización adecuados para las PYMES el panorama que se plantea es muy diferente. Lo anterior implica la adopción de modernos sistemas de gestión basados en el uso de las TICs, adecuados a los requerimientos de estas empresas.²¹

4.1. Productos y servicios

Las empresas ofrecen a sus clientes dos tipos de productos:

¹⁹ Corporación Colombia Digital y la Agenda de Conectividad. Fomento de la Productividad y la Competitividad por medio del Uso Creativo de las TICs. Sitio Web 2003

²⁰ Corporación Colombia Digital y la Agenda de Conectividad. Fomento de la Productividad y la Competitividad por medio del Uso Creativo de las TICs. Sitio Web 2003

²¹ Corporación Colombia Digital y la Agenda de Conectividad. Fortalecimiento e Internacionalización de la Industria del Software Colombiana

- Bienes
- Servicios

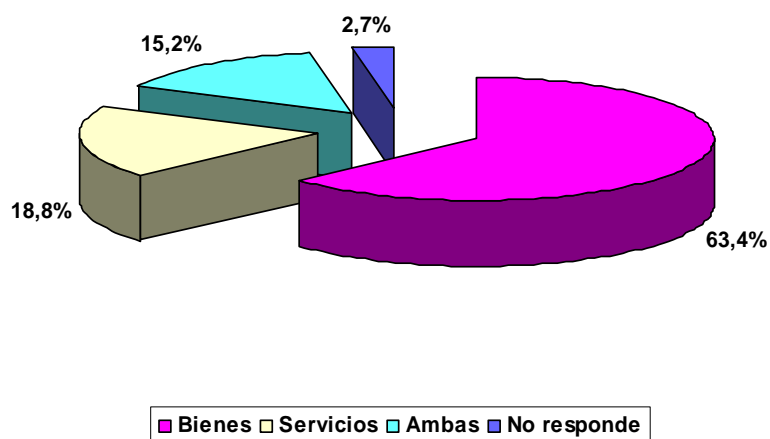
El 63% de las empresas encuestadas ofrecen bienes, el 19% ofrecen servicios y el 15% ofrecen bienes y servicios.

Tabla 56. Distribución de la actividad de las empresas por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Bienes	71	1	0	1	1	1	63
Servicios	13	1	0	1	1	1	19
Ambas	13	1	0	1	1	1	15
No responde	3	1	0	1	1	1	3

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

Gráfico 23. Distribución de la actividad de las empresas



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

El 63% de las empresas encuestadas ofrecen bienes, el 83% de las empresas que demanda la Instrumentación y Automatización ofrecen bienes, frente a un 10% de las empresas que ofertan servicios. (Tabla 57)

Tabla 57. Distribución de la actividad de las empresas por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Bienes	83%	10%	63%
Servicios	6%	53%	19%
Ambas	9%	33%	15%
No responde	2%	3%	3%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

4.1.1. Bienes ofrecidos

La Instrumentación y Automatización es una sub-área de desempeño relacionada con diversos tipos de industrias, principalmente se presenta ésta heterogeneidad con las empresas que demandan la Instrumentación y Automatización, este mercado es cada vez más amplio, debido a que la automatización industrial es cada vez más un hecho, en todos los sectores.

Tabla 58. Bienes ofrecidos por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellin	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Productos alimenticios	19	15		27		38	18
Productos farmacéuticos	19	31	14				13
Productos de consumo	15				14		6
Instrumentación de campo	4	8	7			8	5
Equipos electrónicos	4		14		14		5
Instrumentación analítica	4	8				8	3
Bebidas	8			7			3
Productos de aluminio	4			13			3
Productos de plástico				13	14		3
Concentrados			14		14		3
Reactivos y equipos de laboratorio	4					8	2
Accesorios para autos		8			14		2
Productos acero inoxidable			7	7			2
Sistemas de medición y control	4		7				2
Instrumentación mecánica		8				8	2
Productos de cartón y papel	4				14		2
Productos eléctricos y electrónicos		8			14		2
Productos de cuero		15					2
Productos de instrumentación y automatización			7	7			2
Productos de vidrio				13			2
Productos químicos	4					8	2
Cereales procesados		8					1
Pernos		8					1
Tornillos		8					1
Cadenas		8					1
Cosméticos		8					1
Equipos y repuestos			7				1
Fusibles			7				1
Equipos médicos desechables			7				1
Aires acondicionados			7				1
Computadores			7				1
Cemento	4						1
Vajillas		8					1
Productos de eternit			7				1
Productos para construcción	4						1
Cables	4						1
Productos de impresión electrónica	4						1
Baterías				7			1
Productos de icopor						8	1
Aceites y grasas				7			1
Productos de caucho						8	1
Herramientas agro-construcción-industrial						8	1
Herramientas manuales						8	1
Productos para el control del cultivo				7			1
Productos en hierro modular						8	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

Se encontró que el 18% de las empresas producen diferentes tipos de productos alimenticios y el 13% de las empresas producen diferentes tipos de productos farmacéuticos.

En cuanto a las empresas que ofertan Instrumentación y Automatización, estas ofrecen principalmente productos como la instrumentación de campo, equipos electrónicos, instrumentación analítica, las empresas que demandan se dedican en mayor porcentaje a la producción de productos alimenticios. (Tabla 59)

Tabla 59. Bienes ofrecidos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Productos alimenticios	20%	8%	18%
Productos farmacéuticos	15%		13%
Productos de consumo	7%		6%
Instrumentación de campo		31%	5%
Equipos electrónicos		31%	5%
Instrumentación analítica		23%	3%
Bebidas	4%		3%
Productos de aluminio	4%		3%
Productos de plástico	4%		3%
Concentrados	4%		3%
Reactivos y equipos de laboratorio	1%	8%	2%
Accesorios para autos	3%		2%
Productos acero inoxidable	3%		2%
Sistemas de medición y control		15%	2%
Instrumentación mecánica		15%	2%
Productos de cartón y papel	3%		2%
Productos eléctricos y electrónicos	3%		2%
Productos de cuero	3%		2%
Productos de instrumentación y automatización	1%	8%	2%
Productos de vidrio	3%		2%
Productos químicos	3%		2%
Cereales procesados	1%		1%
Pernos	1%		1%
Tornillos	1%		1%
Cadenas	1%		1%
Cosméticos	1%		1%
Equipos y repuestos		8%	1%
Fusibles	1%		1%
Equipos médicos desechables	1%		1%
Aires acondicionados	1%		1%
Computadores	1%		1%
Cemento	1%		1%
Vajillas	1%		1%
Productos de eternit	1%		1%
Productos para construcción	1%		1%
Cables	1%		1%
Productos de impresión electrónica	1%		1%
Baterías	1%		1%
Productos de icopor	1%		1%
Aceites y grasas	1%		1%
Productos de caucho	1%		1%
Herramientas agro-construcción-industrial	1%		1%
Herramientas manuales	1%		1%
Productos para el control del cultivo	1%		1%
Productos en hierro modular	1%		1%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

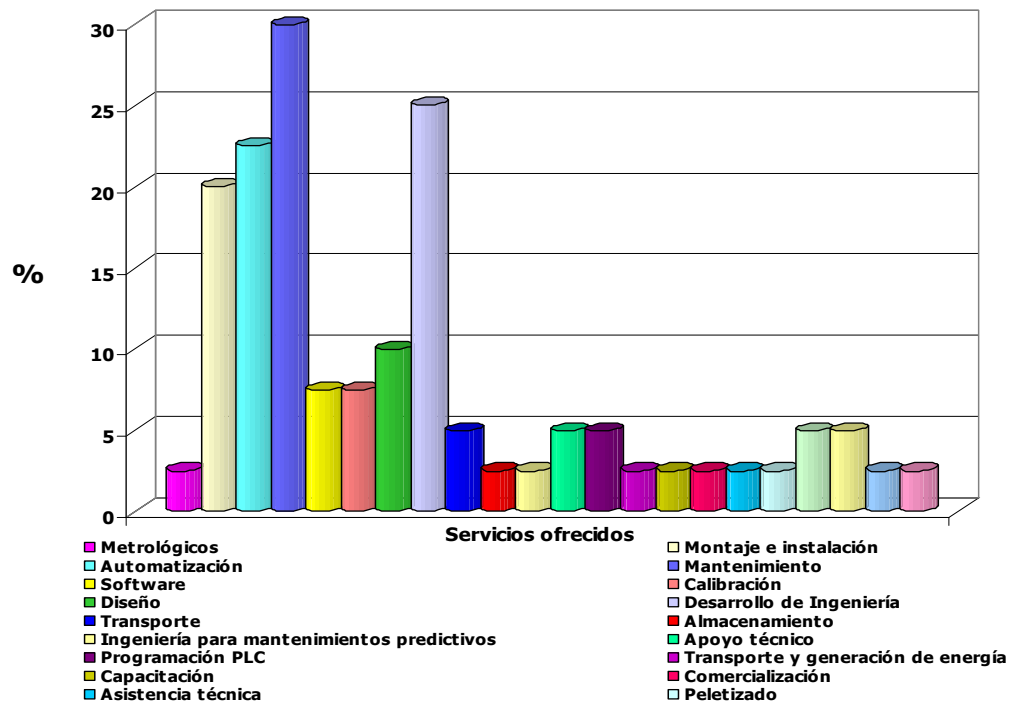
4.1.2. Servicios ofrecidos

Tabla 60. Servicios ofrecidos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	Barranquilla	Bucaramanga	Manizales	
Mantenimiento	25	50	44	14	50		32
Desarrollo de Ingeniería	13		25	57		33	26
Automatización	13	100	13	29	50	33	24
Montaje e Instalación	13	50	19	29		33	21
Diseño	13		19				11
Software	13		13				8
Calibración	13		6	14			8
Transporte	13		6				5
Ingeniería para mantenimientos predictivos			6			33	5
Programación PLC			13				5
Metrológicos	13						3
Almacenamiento			6				3
Apoyo técnico			6				3
Transporte y generación de energía	13						3
Capacitación			6				3
Comercialización			6				3
Asistencia técnica			6				3
Peletizado				14			3

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

Gráfico 24. Servicios ofrecidos



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 19

4.2. Gremios y Organizaciones

Existen varios gremios y organizaciones relacionadas con la sub-área, que agrupan a las empresas encuestadas en este estudio; las empresas están asociadas o pertenecen principalmente a la Cámara y Comercio, ANDI e ICONTEC.

Tabla 61. Pertenencia a gremios y organizaciones

	Ciudad						Total
	Cali	Medellin	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Cámara y Comercio	81	86	70	78	100	77	79
ANDI	35	14	4	35		54	26
ICONTEC	29	7	17	30	13	46	25
FENALCO	6	14	13	17	25	8	13
ISA	6	7	35	4			11
No sabe	16		9	13		8	10
Acopi	13		4			8	5
Ninguno			13	9			4
IEEE	3		4	9			4
ACIEM			9	4			3
Ministerio de Minas		7	4				2
BBQI	3			4			2
ASELSEL		7					1
SGS		7					1
ASINFAR		7					1
CECIF		7					1
Asociación de Empresas Americanas			0				1
CAMACOL	3						1
FENAVI						8	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 21

Tabla 62. Pertenencia a gremios y organizaciones por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Cámara y Comercio	77%	87%	79%
ANDI	32%	10%	26%
ICONTEC	30%	10%	25%
FENALCO	15%	7%	13%
ISA	1%	37%	11%
No sabe	12%	3%	10%
Acopi	7%		5%
Ninguno	5%	3%	4%
IEEE	2%	7%	4%
ACIEM	1%	7%	3%
Ministerio de Minas	2%		2%
BBQI	1%	3%	2%
ASELSEL		3%	1%
SGS	1%		1%
ASINFAR	1%		1%
CECIF	1%		1%
Asociación de Empresas Americanas		3%	1%
CAMACOL	1%		1%
FENAVI	1%		1%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 21

Las empresas que demandan Instrumentación y Automatización se relacionan principalmente con la ANDI e ICONTEC. Las empresas que ofertan se relacionan con ISA. (Tabla 62)

También existen otras asociaciones que agrupan los trabajadores y/o empresas, como son:

- Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos, Electrónicos y afines (ACIEM).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- Asociación de Industrias Farmacéuticas Colombianas (ASINFAR)
- El Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica (CECIF)
- Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL)
- Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI)
- Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO)
- Asociación Colombiana de Pequeñas y Medianas Industrias (ACOPI)
- Bureau Veritas Quality International.(BBQI)

4.3. Sistemas de gestión y administración

Debido a la diversidad de las empresas que constituyen la sub-área, en cuanto a los bienes y servicios ofrecidos, la constitución jurídica, la estructuración organizacional, entre otros factores; se encontró que éstas emplean varios sistemas de gestión y administración, que les permiten tener mayor versatilidad en la forma de administrar; los más empleados son por indicadores y objetivos, con los cuales evalúan el cumplimiento de los resultados esperados; el 6% de las empresas manifiestan no usar algún sistema definido. (Tabla 63)

Tabla 63. Sistemas de gestión y administración

		Ciudad						Total
		Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
SGA	Indicadores	77	93	48	30	63	77	63
	Objetivos	58	29	39	35	50	31	42
	Estratégico	45	64	26	30	13	31	37
	Metas	42	50	26	26	25	38	35
	Tributario	6	7	13	4	13		7
	Ninguno definido	3		9	13	13		6
	Confidencial	3		4	9		15	5

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 23

Los mercados de demanda implementan sistemas por indicadores, objetivos y estratégicos y las de oferta solo los dos primeros. (Tabla 64)

Tabla 64. Sistemas de gestión y administración por tipo de mercado

		Tipo de mercado		Total
		Demanda	Oferta	
SGA	Indicadores	71%	40%	63%
	Objetivos	40%	47%	42%
	Estratégico	40%	27%	37%
	Metas	37%	30%	35%
	Tributario	6%	10%	7%
	Ninguno definido	6%	7%	6%
	Confidencial	4%	10%	5%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 23

4.4. Clientes

La Instrumentación y Automatización está relacionada con la mayoría de los sectores y actividades de la economía Colombiana; y esto se ve reflejado en la variabilidad de clientes que cada empresa pueda tener.

Tabla 65. Clientes anuales

		Ciudad						Total
		Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Clientes anuales	N	13	10	17	13	8	9	70
	Mínimo	3	5	5	1	20	1	1
	Máximo	1.700	500	450	450	400	400	1.700
	Media	328	181	118	114	146	99	166
	Total Potencial	31.510	7.796	8.272	8.191	3.803	3.852	57.471

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 20

En el ámbito nacional; las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización tiene un total potencial de 57.471 de clientes anuales, en promedio 166 clientes anuales, aunque este es un indicador que presenta una alta variabilidad en el número de clientes, ya que esto, está altamente correlacionado con los productos que ofrezca. (Tabla 65)

Tabla 66. Clientes anuales por tipo de mercado

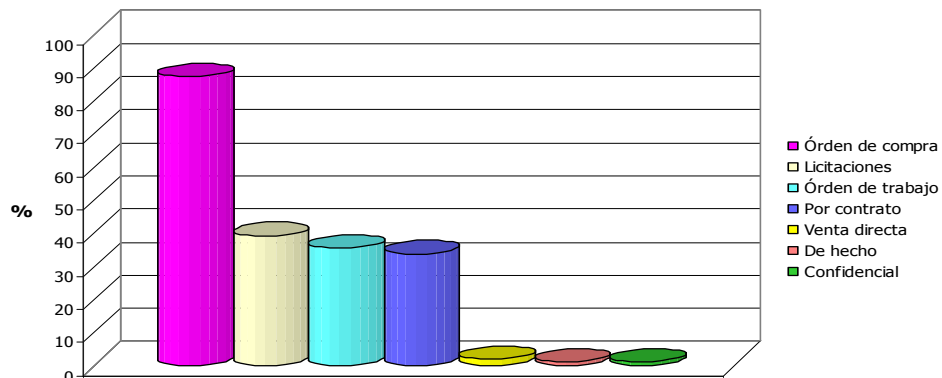
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
N	42	28	70
Mínimo	1	5	1
Máximo	1,700	1,000	1,700
Media	176	152	166
Total Potencial	44,420	14,126	57,471

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 20

4.5. Relación comercial con clientes

Las empresas de la sub-área establecen las relaciones comerciales con sus clientes principales a través de órdenes de compra (83%), además lo hacen por medio de licitaciones (40%), ordenes de trabajo (35%) y por contratos (34%). (Gráfico 25)

Gráfico 25. Relación comercial con clientes



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 25

Tabla 67. Relación comercial con clientes por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Orden de compra	90	86	83	70	88	85	83
Licitaciones	32	43	48	43	63	23	40
Orden de trabajo	39	29	43	39	25	15	35
Por contrato	45	14	35	39	38	15	34
Confidencial	3			9			3
Venta directa			4			8	2
De hecho			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 25

Tabla 68. Relación comercial con clientes por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Orden de compra	82%	87%	83%
Licitaciones	34%	57%	40%
Orden de trabajo	28%	53%	35%
Por contrato	32%	40%	34%
Confidencial	4%		3%
Venta directa	2%		2%
De hecho	1%		1%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 25

4.6. Relaciones comerciales con proveedores

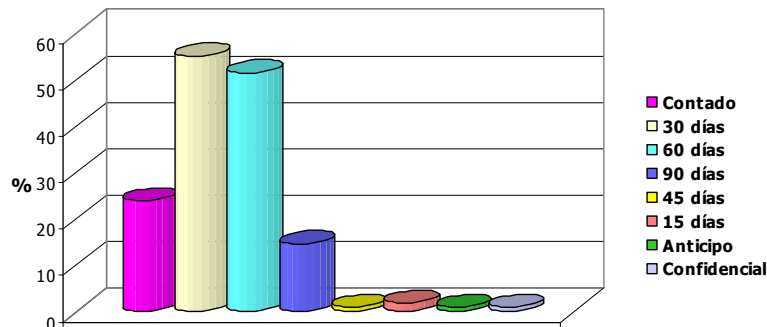
Las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización establecen las relaciones comerciales con sus proveedores principalmente a través de pagos a 30 y 60 días (54%, 51%). (Tabla 69)

Tabla 69. Relación comercial con proveedores

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
30 días	42	57	70	48	63	62	54
60 días	74	43	30	57	25	46	51
De contado	13	29	26	30	38	15	23
90 días	13	29	17	4	25	15	15
Confidencial	6			4		8	4
15 días	3			4		8	3
45 días	3		4				2
Anticipo	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 24

Gráfico 26. Relación comercial con proveedores



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 24

El mercado de demanda cancela a sus proveedores a 30 y 60 días y el de oferta lo hace principalmente a 30 días. (Tabla 70)

Tabla 70. Relación comercial con proveedores por tipo de mercado

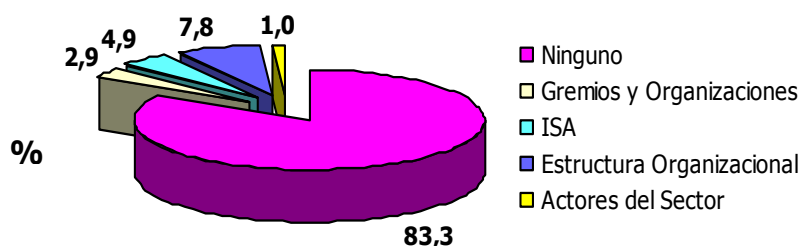
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
30 días	52	60	54
60 días	52	47	51
De contado	22	27	23
90 días	18	7	15
Confidencial	5		4
15 días	2	3	3
45 días	1	3	2
Anticipo		3	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 24

4.7. Organización de la sub-área

Se indagó dentro de las empresas en cada ciudad sobre la percepción que éstas tiene acerca de la organización actual de la sub-área de Instrumentación y Automatización, las empresas encuestadas expresaron su opinión a través de diferentes ideas. La apreciación que se presentó con mayor frecuencia, es la no existencia de una organización clara y definida para la sub-área, otras inclinaciones se exhibieron a través de la estructura organizacional e ISA Colombia, etc. (Gráfico 27)

Gráfico 27. Organización de la sub-área



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 21

Tabla 71. Percepción sobre la organización de la sub-área

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Ninguno	81	64	61	65	75	85	71
No sabe	10	14	13	26	13	8	14
Estructura Organizacional	3	7	9	4	13	8	6
ISA	6		13				4
Gremios y Organizaciones		14	4				3
Actores del Sector				4			1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 21

Tabla 72. Percepción sobre la organización de la sub-área por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Ninguno	71%	73%	71%
No sabe	20%		14%
Estructura Organizacional	4%	13%	6%
ISA	2%	10%	4%
Gremios y Organizaciones	2%	3%	3%
Actores del Sector	1%		1%

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 21

El mercado de oferta afirma que las principales organizaciones son la propia estructura organizacional e ISA. (Tabla 72)

La percepción general de las empresas del país es que la sub-área de Instrumentación y Automatización no está organizada, esto crea la necesidad de dar origen a gremios, instituciones y organizaciones, que agrupen las empresas e industrias relacionadas con la sub-área, para fortalecer sus lazos sectoriales y fomentar el desarrollo industrial, comercial, productivo y competitivo.

El primer paso para llevar a cabo la organización de la sub-área es la creación de un ente que agremie, el cual promueva el mejoramiento de la calidad del recurso humano garantizando mediante la creación, evaluación y certificación las competencias laborales.

El objetivo principal es la definición de las prioridades de mejoramiento para contribuir al desarrollo personal y la productividad del país mediante el recurso humano. Otros aspectos a tener en cuenta son el desarrollo de procesos que promuevan las competencias laborales que lleven al mejoramiento continuo y permanente.

El fortalecimiento de la oferta educativa que permita y facilite el reconocimiento de aprendizajes previos y formación continua de los trabajadores. Mejorar la calidad de la educación y formación mediante una estrecha relación entre el sistema productivo y el sistema educativo.²² En este sentido El Sistema Nacional de formación para el Trabajo SNTF, se conforma por tres sistemas relacionadas e integrados entre si con fin de establecer normas de competencia laboral Colombianas. (Gráfico 28)

²² SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003

Gráfico 28. Estructura Sistema Nacional de Formación para el Trabajo



Fuente. SENA, Sistema nacional de formación para el trabajo, 2003.

4.8. Entidades reguladoras

Actualmente existen varias entidades que ejercen sobre la sub-área, políticas para la regulación, el control y el mejoramiento de la calidad en los productos y servicios que se presten a los usuarios, determinando los parámetros mínimos exigidos.

Las principales entidades reguladoras son²³:

4.8.1. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Este ministerio apoya a la sub-área por medio de normatividades, negociaciones y acuerdos de tipo comercial e industrial, por medio de los cuales regula las practicas desleales de comercio, controla las importaciones y exportaciones, crea medidas sanitarias y fitosanitarias, medidas en materia de inversiones relacionadas con el comercio, entre otras funciones, que permiten el apropiado funcionamiento del comercio, la industria y el turismo en el país.

Además dirige las relaciones con las diferentes entidades que regulan el comercio de cada país y con la Organización Mundial del Comercio (OMC).²⁴

²³ SENA, Estudio de caracterización del cuero. Mesa sectorial. 1999

²⁴ MINCOMERCIO, Sitio web. 2007

4.8.2. Cámara y Comercio

Institución de servicios de carácter privado, representa al sector empresarial y a la comunidad en su conjunto, promoviendo programas que contribuyen al desarrollo económico, social y cívico.

La entidad registra todos los documentos públicos, cumpliendo funciones asignadas por la ley en el área comercial y ofrece sus servicios a los empresarios, al gobierno y a la comunidad con una proyección nacional e internacional. En las principales ciudades del país se cuenta con los servicios de dichas entidades.

4.8.3. Subdirección de Prácticas Comerciales

Es un organismo adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, encargado de la ejecución de las políticas de comercio exterior adoptadas por el Ministerio, de acuerdo con los lineamientos que dicte el Consejo Superior.

4.8.4. Superintendencia de Industria y Comercio

Se encarga a través del ICONTEC de regular, establecer y hacer cumplir las normas de calidad para todos los productos.

4.9. Entidades relacionadas

4.9.1. Centros De Formación Y Servicios Tecnológicos Del SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, está encargado de cumplir la función que corresponde al Estado Colombiano de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores. Para ello ofrece y ejecuta programas de formación integral, que facilitan la incorporación de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país.

Es un establecimiento público nacional con patrimonio propio e independiente, autonomía administrativa y adscrita al Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia.

4.9.2. Centros de Investigación

Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector Eléctrico Colombiano (CIDET). Asociación de derecho privado con participación de personas jurídicas, del sector público y privado relacionado con el sector eléctrico.

- Grupo de Investigación en Control Industrial GICI
 - Grupo de Investigación de Electrónica de Potencia, Automatización y Robótica GEPAR
 - Grupo de Investigación de Diseño, Manufactura y Automatización DIMA
 - Instituto Tecnológico Metropolitano (16 grupos de investigación)
 - Los grupos Gestión Tecnológica – GT
 - DAVINCI, GINVESTAP y CTS
 - El grupo de investigación en Materiales y Tecnologías de la Construcción – MYTEC
 - de investigación en Tecnologías Energéticas GITER
 - GIAP Grupo de Investigación en Automatización y Producción
 - El Grupo de Automatización Industrial y Control GAICO
 - Grupo de Investigación en Automatización y Control GIAC
 - Directorio de Grupos Colombianos de Investigación Científica y Tecnológica e Innovación
 - Grupo de Automatización, Instrumentación y Control
 - Grupo Especializado en Control e Ingeniería de Automatización - GRECIA
 - Red internacional de control automático. Universidad de Pamplona.
 - Control y Mecatrónica
 - Universidad Tecnológica De Pereira
 - Grupo De Robótica – Universidad Del Norte
 - Grupo De investigación control y Mecatrónica
 - Grupo de Investigación en Automática y Diseño A+D
 - Laboratorio De Automatización Y Control; Semillero De Investigación
 - Proyectos de investigación de ingeniería Mecánica
 - Robotics and Automation Research Group
 - Grupo Sistemas de Control Digital (A), Eafit - Medellín.
 - Grupo de Investigación en Control Industrial (B), Univalle - Cali.
 - Grupo de Automática de la Universidad Nacional (A) - GAUNAL Medellín.
 - Grupo de Automática y Robótica - GAR (A), PUJ - Cali.
 - Grupo de Investigación en Automática (B) - U. Autónoma Manizales.
 - Grupo de Automática y diseño A + D. (B), UPB, Medellín.
 - Grupo de Percepción y Control, Electrónica de Potencia y Gestión de la Innovación, (C) PUJ-Bogotá.
 - Grupo de Trabajo en Nuevas Tecnologías de Diseño y Manufactura-Automatización (A), U. Nacional, Bogotá.
 - Grupo de Automática Industrial (B), U. del cauca, Popayán.
 - Grupo de Investigación en Control e Instrumentación, UTP, Pereira.
 - Grupo de Investigación en Percepción y Sistemas Inteligentes, Univalle, Cali.
- ACA. Asociación colombiana de Automática

(Anexo 1)

4.10. Marco legal y políticas

El Congreso de la República aprobó por medio de la ley 49 de 1981 el Protocolo de Adhesión al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio, en cuyo artículo VI se establecieron las disposiciones sobre derechos antidumping y derechos compensatorios. Posteriormente, según lo dispuesto en el artículo 9 de la ley 48 de 1983 se autorizó al gobierno para expedir las normas relativas a la

protección de la producción nacional y evitar los perjuicios derivados de las prácticas desleales de comercio exterior²⁵.

Mediante los decretos 1500 de julio 11 de 1990 y 2444 del 17 de octubre de 1990 del Ministerio de Desarrollo Económico, con el fin de facilitar el desarrollo y la aplicación de los tratados internacionales vigentes y adecuar la legislación nacional a los cambios del comercio internacional, se señalaron los organismos competentes y establecieron los procedimientos para evitar los perjuicios a la producción nacional de las prácticas desleales de dumping y subvenciones mediante la fijación, entre otras medidas, de derechos antidumping y compensatorios. La imposición de estos derechos se hace en interés público y con propósito preventivo y correctivo y de forma general para cualquier importador de los bienes sobre los que recaen los derechos.

En dichos decretos se estableció como autoridad investigadora al INCOMEX, no obstante, como resultado de su liquidación en el año 2000 tal competencia quedó a cargo de la Subdirección de Prácticas Comerciales de la Dirección General de Comercio Exterior, del entonces Ministerio de Comercio Exterior.

Mediante la ley 7 de 1991 se creó el Ministerio de Comercio Exterior y en desarrollo de las leyes 49 de 1981 y 7 de 1991 se dictaron las disposiciones relacionadas con la aplicación de medidas de salvaguardia contenidas en el decreto 809 del 21 de abril de 1994, con el fin de impulsar la modernización, la eficaz y equitativa competencia de la producción nacional, así como la eficacia y transparencia del proceso de internacionalización de la economía colombiana. Posteriormente se dictaron los decretos 2657 del 1 de diciembre de 1994, 2038 de noviembre 6 de 1996 y 2259 de diciembre 13 de 1996, que regulaban también sobre la materia.

En diciembre de 1994, mediante la ley 170 de ese año, se incorporaron a la legislación colombiana, entre otros, el Acuerdo Relativo a la aplicación del artículo VI del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio de 1994, el Acuerdo sobre Subvenciones y medidas Compensatorias y el Acuerdo sobre Salvaguardias. Igualmente se aprobó el acuerdo por el cual se establece la Organización Mundial de Comercio - OMC, en reemplazo de la UNCTAD. Consecuentemente se actualizaron las normas colombianas sobre la materia con el decreto 150 del 25 de enero de 1993, hasta la expedición del los decretos 299 de 1995 para la aplicación de derechos compensatorios y 991 de 1998 para la aplicación de derechos antidumping.

Así mismo se actualizó la legislación sobre salvaguardias, en lo pertinente a los países miembros de la Organización Mundial del Comercio, mediante el decreto 152 de 1998. Para los países no miembros de la OMC, el entonces Ministerio de Comercio Exterior expidió el decreto 1407 de julio de 1999 y 2793 del 29 de diciembre del 2000, el cual prorrogó el decreto 1407 hasta el 30 de junio del 2001 y el decreto 1268 del 26 de junio del 2001, que prorrogó nuevamente el decreto 1407 hasta el 31 de diciembre del 2001.

²⁵ MINCOMERCIO, Sitio web. 2007

La autoridad competente para efectos de las investigaciones por dumping, subsidios y salvaguardias es la Dirección de Comercio Exterior, del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de la Subdirección de Prácticas Comerciales.

Las solicitudes de investigación por dumping, subsidios y salvaguardias respecto a las importaciones de productos originarios de los países miembros de la Comunidad Andina, son atendidas por la Secretaría General de dicha Comunidad, de conformidad con lo establecido en las decisiones 283 del 21 de marzo de 1991, 452 del 12 de abril de 1999, 456 del 4 de mayo de 1999, 457 del 4 de mayo de 1999 y 563 del 25 de junio de 2003. Están facultados para presentar tales solicitudes tanto los productores nacionales como los gobiernos de los países miembros, a través de sus organismos de enlace.

Dumping:

Decreto 991 del 1 junio de 1998

Salvaguardia:

Decreto 152 del 22 enero de 1998

Decreto 1407 del 28 julio de 1999

Decreto 1480 del 11 de mayo de 2005

Subvenciones:

Decreto 299 del 10 de febrero de 1995

5. ENTORNO ECONÓMICO

El entorno económico busca precisar las fuentes de recursos económicos para el desarrollo de las actividades de la sub-área, volúmenes de producción, exportaciones, importaciones, participación en la economía nacional, inversiones previstas, situación actual del mercado, acuerdos comerciales, etc.²⁶

Los valores pertenecientes a este capítulo corresponden a moneda local en pesos Colombianos al año 2007.

5.1. Volúmenes de producción

Las empresas incluidas en este estudio vendieron en promedio en el año 2005 \$ 11.101'548.442 y en el año 2006 vendieron en promedio 14.931'406.654; se estima que las ventas en el 2006 crecieron alrededor del 34% con relación al año anterior.²⁷ (Tabla 73, Gráfico 29)

Tabla 73. Ventas por ciudad

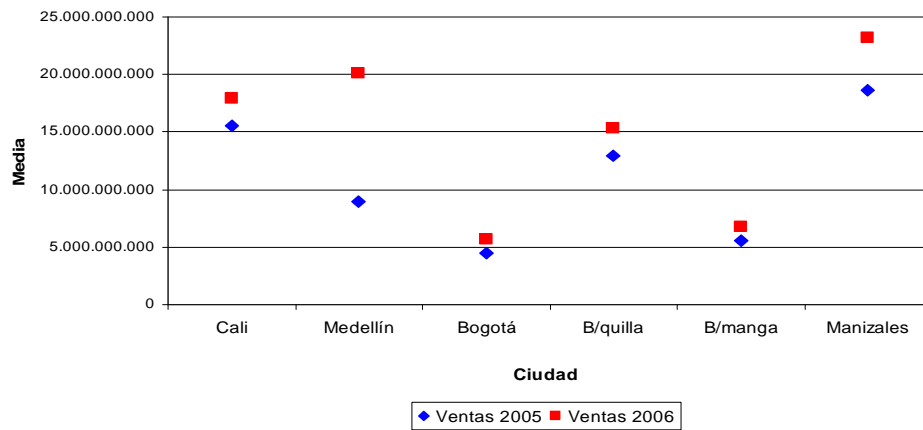
		Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	Total
Ventas 2005	N	10	8	9	12	5	5	49
	Mínimo	12.000.000	4.250.000	900.000.000	10.000.000	120.000.000	600.000.000	4.250.000
	Máximo	120.000.000.000	50.000.000.000	15.193.848.000	116.000.000.000	25.000.000.000	36.467.000.000	120.000.000.000
	Media	15.546.495.500	9.000.715.875	4.454.872.000	12.951.111.972	5.580.000.000	18.619.600.000	11.101.548.442
Ventas 2006	N	11	9	9	11	5	5	50
	Mínimo	18.000.000	7.500.000	750.000.000	50.000.000	80.000.000	700.000.000	7.500.000
	Máximo	140.000.000.000	90.000.000.000	19.000.093.000	128.000.000.000	30.000.000.000	42.000.000.000	140.000.000.000
	Media	17.878.584.727	20.086.754.889	5.666.677.000	15.315.183.062	6.736.000.000	23.195.600.000	14.931.406.654

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 26

²⁶ Muchas de las empresas se abstuvieron de brindar información por considerarla confidencial.

²⁷ No se incluye en el cálculo la empresa 45 cuyos altos valores sesgan la caracterización.

Gráfico 29. Ventas por ciudad



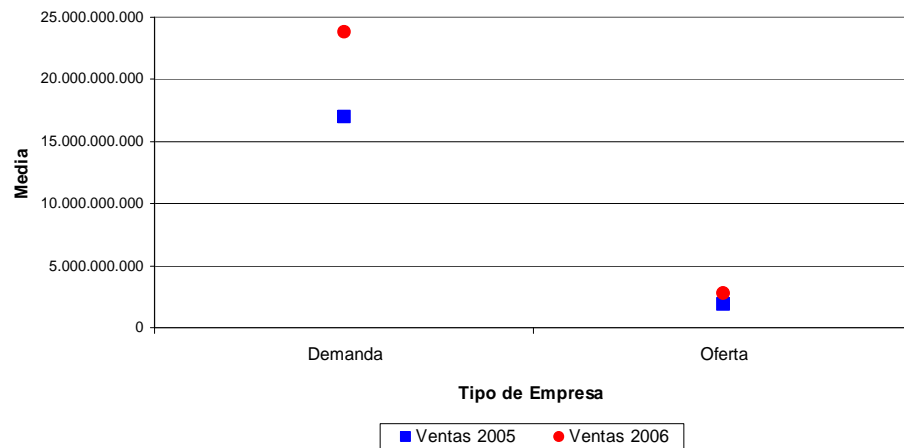
Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 26

Tabla 74. Ventas por tipo de mercado

		Tipo de mercado		Total
		Demanda	Oferta	
Ventas 2005	N	30	19	49
	Mínimo	4,250,000	10,000,000	4,250,000
	Máximo	120,000,000,000	15,193,848,000	120,000,000,000
	Media	16,921,400,856	1,912,307,789	11,101,548,442
Ventas 2006	N	29	21	50
	Mínimo	7,500,000	18,000,000	7,500,000
	Máximo	140,000,000,000	19,000,093,000	140,000,000,000
	Media	23,776,973,782	2,716,099,667	14,931,406,654

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 26

Gráfico 30. Ventas por tipo de mercado



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 26

De acuerdo con el tipo de mercado, tanto la oferta como la demanda tuvieron un crecimiento similar, alrededor del 41%, siendo las mayores ventas en el periodo comprendido para las empresas que demandan Instrumentación y Automatización. (Tabla 74 y Gráfico 30)

5.2. Importaciones

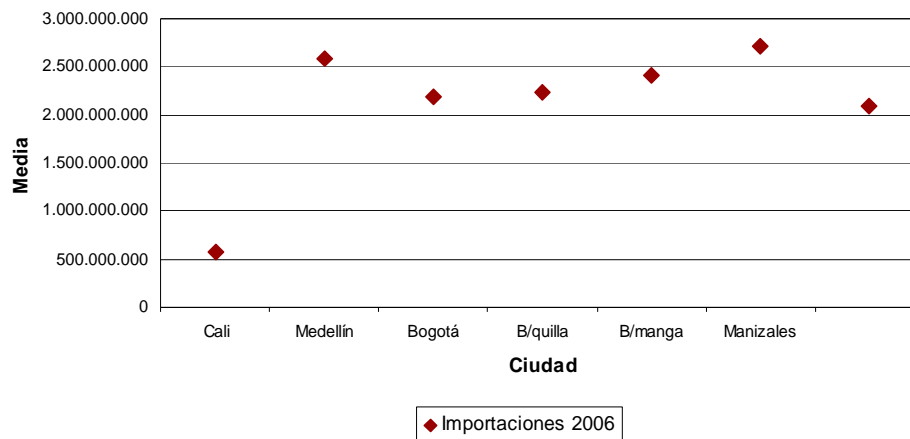
Las empresas incluidas en este estudio importaron en promedio en el año 2006 \$ 2.088'458.355, la máxima importación fue de \$ 17.399'487. (Tabla 75)

Tabla 75. Importaciones por ciudad

	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	Total
N	5	6	10	5	3	3	32
Mínimo	20.000.000	2.500.000	4.000.000	5.000.000	1.400.000	12.000.000	1.400.000
Máximo	2.000.000.000	12.000.000.000	17.399.487.000	9.970.601.172	7.200.000.000	8.000.000.000	17.399.487.000
Media	576.820.000	2.589.013.196	2.181.348.700	2.239.120.234	2.413.800.000	2.720.666.667	2.088.458.355

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

Gráfico 31. Importaciones por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

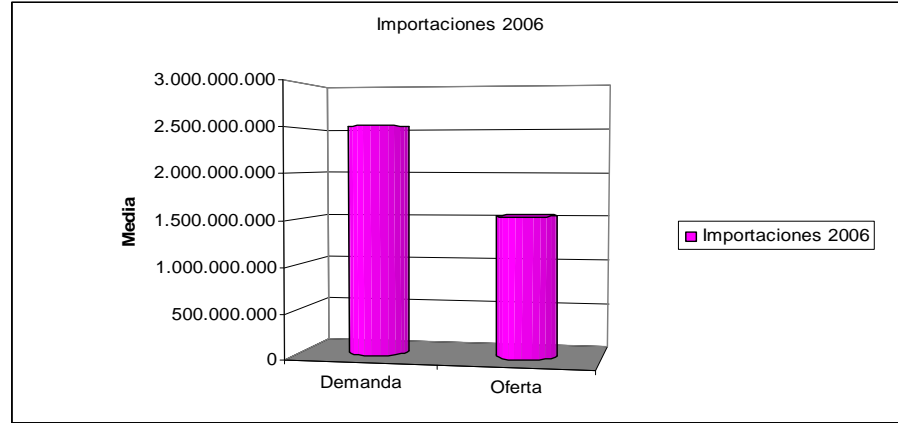
Tabla 76. Importaciones por tipo de mercado

	Demanda	Oferta	Total
N	18	14	32
Mínimo	1,400,000	3,000,000	1,400,000
Máximo	12,000,000,000	17,399,487,000	17,399,487,000
Media	2,517,843,353	1,536,391,929	2,088,458,355

Fuente: Resultado de la investigación

De acuerdo con el tipo de mercado, son las empresas que demandan servicios de Instrumentación y Automatización las que tienen unas importaciones promedio más altas. (Tabla 76 y Gráfico 32)

Gráfico 32. Importaciones por tipo de mercado



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

5.3. Procedencia de Importaciones

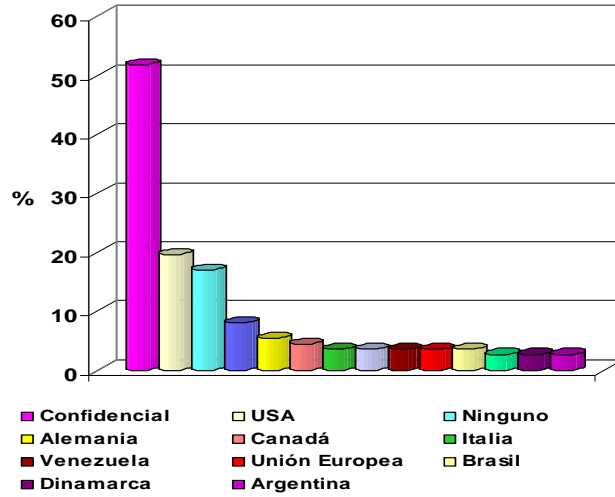
El 52% de las empresas asume que este tipo de información es confidencial, y el 17% no realiza importaciones. (Tabla 77, Gráfico 33)

Tabla 77. Procedencia de las importaciones por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Confidencial	68	36	43	52	38	54	52
USA	19	7	39	9	13	23	20
Ninguno	6	21	17	26	38	8	17
China	3	14	4	4		31	8
Alemania	10	7	4			8	5
Canadá	6		9	4			4
Italia	3	14		4			4
Francia	3	7	9				4
Venezuela			4	4		15	4
Unión Europea	6	7	4				4
Brasil		7		4	13	8	4
España		7		9			3
Dinamarca	6		4				3
Argentina	3	14					3
India		7				8	2
México	3		4				2
Chile	3	7					2
Korea		7					1
Taiwan		7					1
Ecuador			4				1
Nueva Zelanda			4				1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

Gráfico 33. Procedencia de las importaciones por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

De acuerdo a la información recopilada las empresas que más importan son las de tipo de mercado – Oferta con el 47% (Tabla 78)

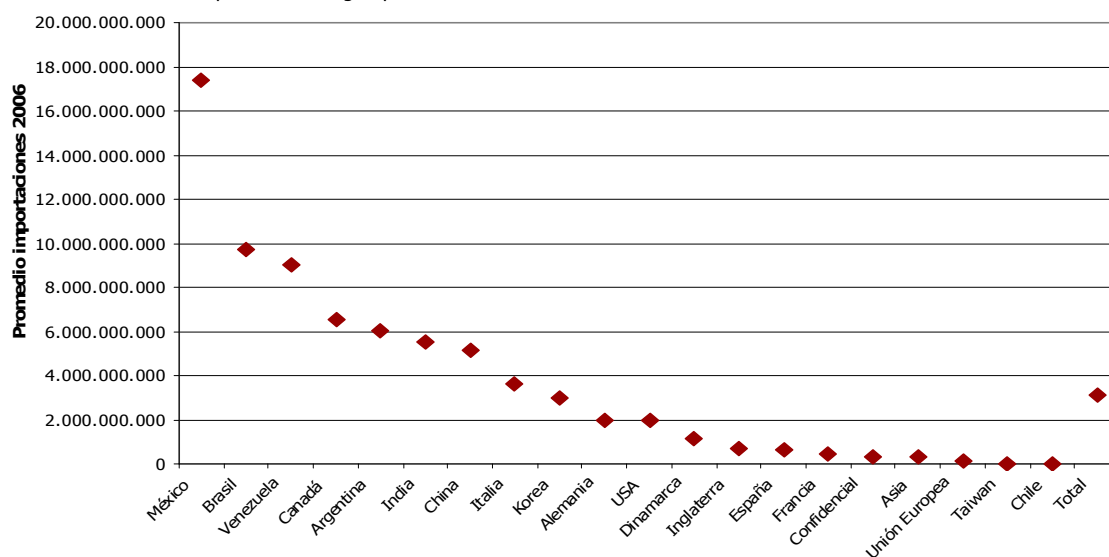
Tabla 78. Procedencia de las importaciones por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Confidencial	60	30	52
USA	12	40	20
Ninguno	15	23	17
China	7	10	8
Alemania	4	10	5
Canadá	4	7	4
Italia	4	3	4
Francia	1	10	4
Venezuela	5		4
Unión Europea	2	7	4
Brasil	5		4
España	4		3
Dinamarca	1	7	3
Argentina	4		3
India	2		2
México		7	2
Chile	2		2
Korea	1		1
Taiwan	1		1
Ecuador	1		1
Nueva Zelanda	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

De acuerdo con el tipo de mercado se encuentra que los principales orígenes de las importaciones son China, Alemania y Francia. (Tabla 78)

Gráfico 34. Valor de las importaciones según procedencia



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

A partir de la información recopilada se halló que los valores promedio más altos de importaciones provienen de México, Brasil, Argentina e India. Inferimos que en el caso de Mexico, Brasil y Venezuela estos volúmenes de importación son debidos a los diferentes factores que afectan las importaciones, ya que el comité técnico comenta que la mayoría de tecnología es fabricada en USA y la Unión Europea. (Tabla 79, Gráfico 34)

Tabla 79. Procedencia de las importaciones

	Importaciones 2006			
	N	Mínimo	Máximo	Media
México	1	17.399.487.000	17.399.487.000	17.399.487.000
Brasil	3	7.200.000.000	12.000.000.000	9.723.533.724
Venezuela	2	8.000.000.000	9.970.601.172	8.985.300.586
Canadá	3	300.000.000	17.399.487.000	6.566.495.667
Argentina	2	2.500.000	12.000.000.000	6.001.250.000
India	2	3.000.000.000	8.000.000.000	5.500.000.000
China	6	12.000.000	12.000.000.000	5.165.972.558
Italia	4	5.000.000	12.000.000.000	3.630.086.250
Korea	1	3.000.000.000	3.000.000.000	3.000.000.000
Alemania	3	1.000.000.000	3.000.000.000	2.000.000.000
USA	17	3.000.000	17.399.487.000	1.971.716.951
Dinamarca	2	300.000.000	2.000.000.000	1.150.000.000
Inglaterra	1	700.000.000	700.000.000	700.000.000
España	2	515.345.000	700.000.000	607.672.500
Francia	3	13.234.176	1.000.000.000	437.744.725
Confidencial	6	1.400.000	700.000.000	312.566.667
Asia	1	300.000.000	300.000.000	300.000.000
Unión Europea	4	3.000.000	300.000.000	116.775.000
Taiwan	1	13.234.176	13.234.176	13.234.176
Chile	1	2.500.000	2.500.000	2.500.000
Total	65	1.400.000	17.399.487.000	3.130.228.588

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 27

5.4. Exportaciones

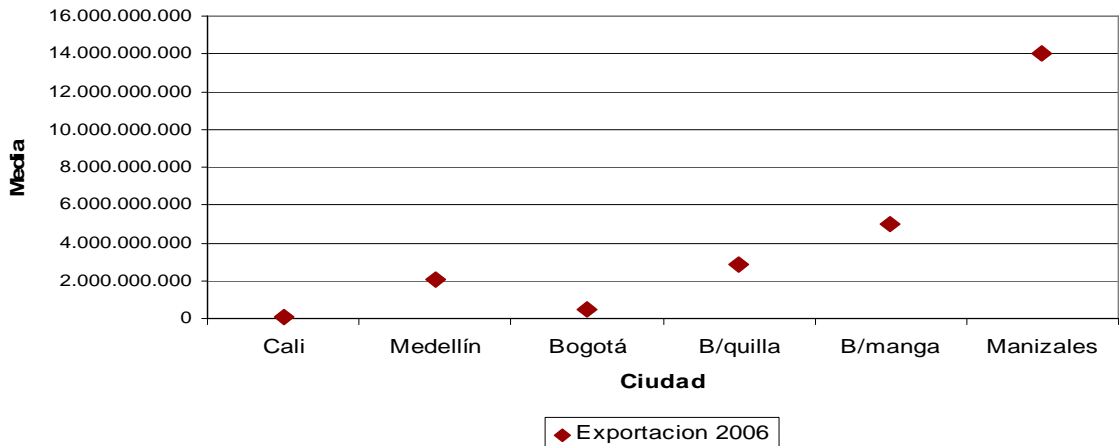
Existe una gran proporción de empresas que se abstuvieron de dar información por considerarla confidencial. Las empresas Exportaron en promedio \$3.405'903.477 en año de 2006. Estas exportaciones se encuentran conformadas por los productos de sus procesos industriales que no corresponden únicamente a servicios relacionados con la sub-área de Instrumentación y Automatización. (Tablas 80, Gráfico 35)

Tabla 80. Exportaciones por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
N	3	4	2	3	1	2	15
Mínimo	53.000.000	215.400.000	300.000.000	26.000.000	5.000.000.000	10.000.000.000	26.000.000
Máximo	86.366.000	6.000.000.000	700.000.000	8.154.223.149	5.000.000.000	18.000.000.000	18.000.000.000
Media	73.788.667	2.071.740.750	500.000.000	2.860.074.383	5.000.000.000	14.000.000.000	3.405.903.477

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

Gráfico 35. Promedio de exportaciones por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

Tabla 81. Exportaciones por tipo de mercado

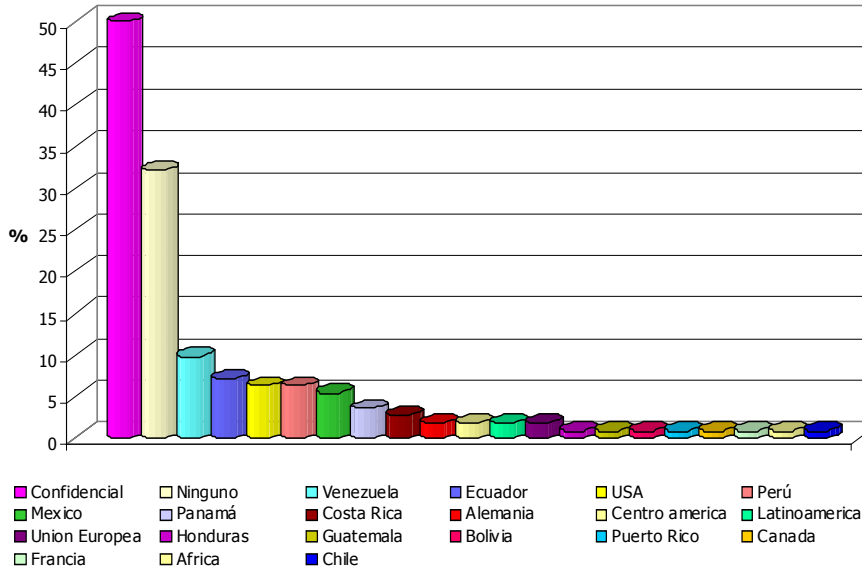
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
N	13	2	15
Mínimo	53,000,000	26,000,000	26,000,000
Máximo	18,000,000,000	300,000,000	18,000,000,000
Media	3,904,811,704	163,000,000	3,405,903,477

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

5.5. Destinos de exportaciones

El 32% de las empresas no realiza exportación alguna, y el 52% considera este tipo de información como confidencial.

Gráfico 36. Destino de las exportaciones



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

Tabla 82. Exportaciones por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Confidencial	68	36	43	57	13	46	50
Ninguno	16	36	43	30	75	23	32
Venezuela	10	21		4	13	23	10
Ecuador	10	7	9			15	7
USA	6	14	4	4		8	6
Perú	6	7	4	4		15	6
México	3	7	4		13	15	5
Panamá	3	14		4			4
Costa Rica		14		4			3
Alemania			4	4			2
Centro América			4			8	2
Latinoamérica	3					8	2
Unión Europea						15	2
Honduras		7					1
Guatemala		7					1
Bolivia		7					1
Puerto Rico	3						1
Canadá	3						1
Francia				4			1
África						8	1
Chile	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

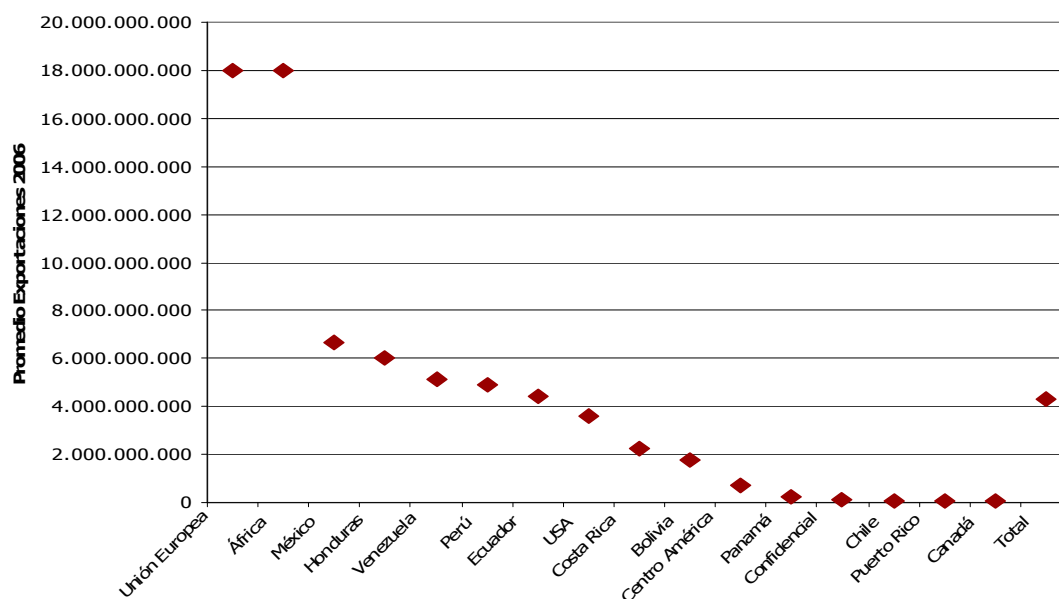
Tabla 83. Exportaciones por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Confidencial	59	27	50
Ninguno	20	67	32
Venezuela	13		10
Ecuador	7	7	7
USA	9		6
Perú	9		6
México	6	3	5
Panamá	5		4
Costa Rica	4		3
Alemania	2		2
Centro América	2		2
Latinoamérica	2		2
Unión Europea	2		2
Honduras	1		1
Guatemala	1		1
Bolivia	1		1
Puerto Rico	1		1
Canadá	1		1
Francia	1		1
África	1		1
Chile	1		1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

Los valores promedio más altos de exportación tienen como destino La Unión Europea, África, México, Honduras, Venezuela, Perú, Ecuador y los Estados Unidos. (Tabla 84, Gráfico 37)

Gráfico 37. Valor de las exportaciones según destino



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

Tabla 84. Valor exportaciones según destino

	Exportaciones 2006			
	N	Mínimo	Máximo	Media
Unión Europea	1	18.000.000.000	18.000.000.000	18.000.000.000
África	1	18.000.000.000	18.000.000.000	18.000.000.000
México	5	53.000.000	18.000.000.000	6.670.600.000
Honduras	1	6.000.000.000	6.000.000.000	6.000.000.000
Venezuela	8	53.000.000	18.000.000.000	5.150.820.375
Perú	6	53.000.000	18.000.000.000	4.872.500.000
Ecuador	7	53.000.000	18.000.000.000	4.415.223.286
USA	4	53.000.000	8.154.223.149	3.626.805.787
Costa Rica	3	300.000.000	6.000.000.000	2.233.333.333
Bolivia	1	1.771.563.000	1.771.563.000	1.771.563.000
Centro América	1	700.000.000	700.000.000	700.000.000
Panamá	3	53.000.000	400.000.000	251.000.000
Confidencial	3	26.000.000	215.400.000	109.255.333
Chile	1	82.000.000	82.000.000	82.000.000
Puerto Rico	1	53.000.000	53.000.000	53.000.000
Canadá	1	53.000.000	53.000.000	53.000.000
Total	47	26.000.000	18.000.000.000	4.290.397.407

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 28

5.6. Acuerdos comerciales

Las alianzas comerciales buscan vincular a las empresas con aliados comerciales (comercializadores, distribuidores, exportadores, proveedores de insumos) en negocios donde todos aportan y todos ganan, se indagó a las empresas incluidas en este estudio sobre los acuerdos comerciales que han realizado y se obtuvo que:

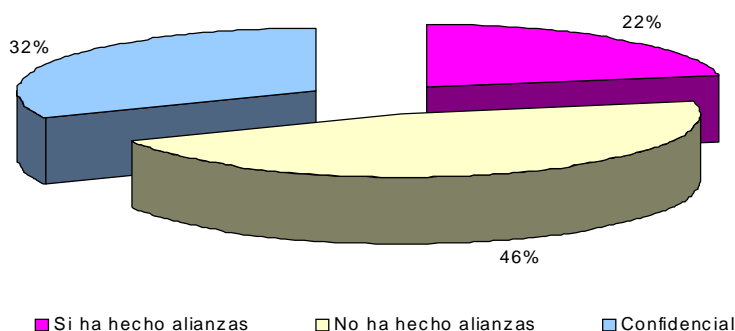
Tabla 85. Alianzas estratégicas por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Ninguna	16	79	35	61	100	46	46
Confidencial	55	21	30	22		31	32
Maquila	3					15	3
Inasc	3						1
Siemens			4				1
Avantel			4				1
Automatización Avanzada			4				1
System Control			4				1
ECI			4				1
Proveedores			4				1
Comercializadora de Productos Melexa S.A.			4				1
THL Ingeniería			4				1
Uriqo Ltda.			4				1
Insurcol			4				1
Schneider			4				1
Vishay Controls	3						1
Pepped and Fuchs	3						1
Xonno	3						1
Labiana			4				1
Red Colombia	3						1
Distribuidores	3						1
Applus Norcontrol	3						1
Imusa	3						1
Servicios y Materiales	3						1
Exide				4			1
Telemarc				4			1
Codigan Cartagena				4			1
DRG				4			1
Concignaciones						8	1
Financieras						8	1
Grupo Empresarial Antioqueño	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 30

El 46% de las empresas encuestadas manifestaron no haber realizado alianzas estratégicas con alguna otra empresa, demostrando así falta de conocimiento sobre esta herramienta comercial, mientras que el 32% considera esta información de carácter confidencial. (Gráfico 38)

Gráfico 38. Alianzas estratégicas



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 30

5.7. Inversiones previstas en la sub-área

Las empresas de la sub-área tienen presupuestado invertir en el año 2007, \$3.433'397.619 en promedio, en el mejoramiento de los procesos productivos. (Tabla 86, Gráfico 39)

Tabla 86. Alianzas estratégicas

	Presupuesto 2007 para procesos productivos			
	N	Mínimo	Máximo	Media
Cali	9	5.000.000	21.000.000.000	5.119.633.333
Medellín	8	10.000.000	2.000.000.000	646.250.000
Bogotá	9	5.000.000	20.000.000.000	2.268.222.222
Barranquilla	7	5.000.000	2.900.000.000	714.571.429
Bucaramanga	4	20.000.000	1.000.000.000	385.000.000
Manizales	5	10.000.000	60.000.000.000	13.200.000.000
Total	42	5.000.000	60.000.000.000	3.433.397.619

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 31

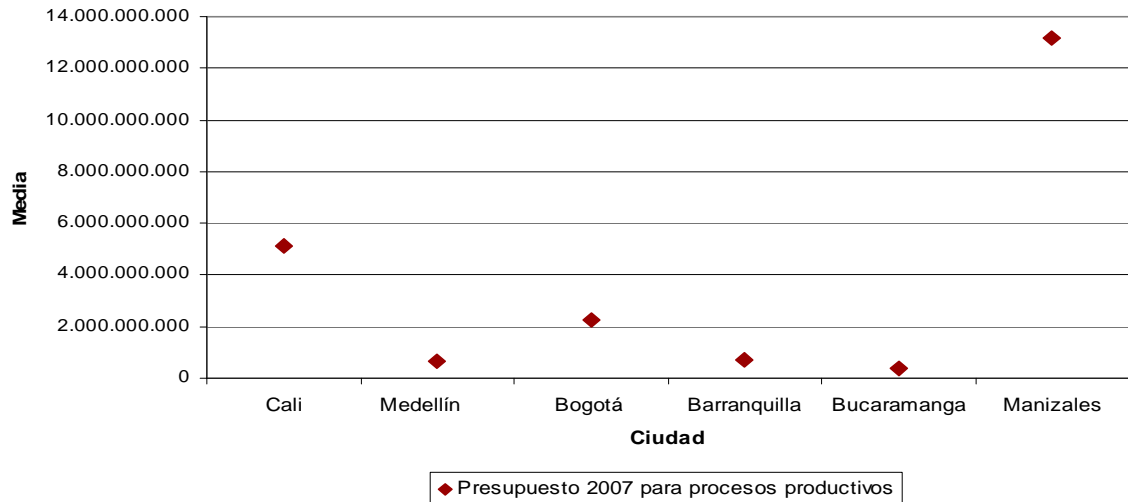
Tabla 87. Alianzas estratégicas por tipo de mercado

	Presupuesto 2007 para procesos productivos			
	N	Mínimo	Máximo	Media
Demanda	31	5.000.000	60.000.000.000	4.639.538.710
Oferta	11	5.000.000	125.000.000	34.272.727
Total	42	5.000.000	60.000.000.000	3.433.397.619

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 31

La inversión prevista para el mejoramiento de los procesos productivos en el 2007 es muy diferente de acuerdo con el tipo de mercado, siendo mayor para las empresas que demanda servicios de Instrumentación y Automatización, la cual asciende a los \$4.639'538.710 frente a los \$34'272.727 de las empresas que ofertan servicios. (Tabla 87)

Gráfico 39. Presupuesto de inversión para el 2007 por ciudad



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 31

5.8. Fuentes de financiación

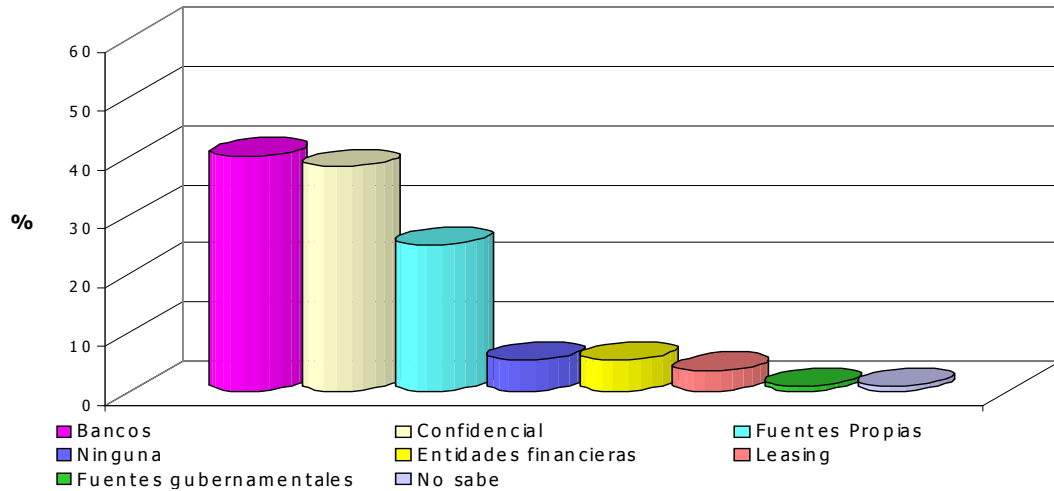
Las principales fuentes de financiación para las inversiones son los préstamos de bancos y recursos propios. Se encontró un gran número de empresas que manifiestan que esta información es de carácter confidencial (Tabla 88, Gráfico 40).

Tabla 88. Fuentes de financiación por ciudad

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Bancos	19	57	39	48	63	46	40
Confidencial	58	21	35	43		31	38
Fuentes Propias	23	36	26	17		46	25
Ninguna	6		4	4	25		5
Entidades Financieras	3	14			38		5
Leasing			4		25	8	4
Fuentes Gubernamentales				4			1
No sabe	3						1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 29

Gráfico 40. Fuentes de financiación



Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 29

Tabla 89. Fuentes de financiación Por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Bancos	38	47	40
Confidencial	44	23	38
Fuentes Propias	24	27	25
Ninguna	6	3	5
Entidades Financieras	6	3	5
Leasing	5		4
Fuentes Gubernamentales		3	1
No sabe		3	1

Fuente: Resultado de la investigación. Pregunta 29

De acuerdo con el tipo de mercado las empresas que ofertan servicios tienen como principal fuente de financiación los bancos, mientras que las empresas que demandan servicios se reparten entre los bancos y los recursos propios. (Tabla 89)

5.8.1. Participación (%) en las exportaciones nacionales.

Organismos como el DANE y el Ministerio del Comercio brindan información sobre las exportaciones para los grandes sectores de la economía, en el caso particular de la sub-área de Instrumentación y Automatización estos organismos no cuentan con información alguna con la cual realizar una descripción de la sub-área en cuanto a sus exportaciones y su participación en el PIB.

5.8.2. Situación de mercado:

Se halló que el mercado de demanda de servicios presenta un dinamismo en cuanto a la inversión en desarrollo tecnológico y crecimiento en sus ventas lo cual la convierte en una sub-área de desempeño lo suficientemente amplia y sólida a nivel nacional como para ofrecer una estabilidad y un crecimiento dinámico a las empresas de oferta de servicios, cuya oferta abarca todo el territorio nacional.

5.8.3. Importancia del área:

El grupo investigador realizó la búsqueda en fuentes secundarias como el Plan Nacional de Desarrollo con el fin de hallar planes encaminados a desarrollar e implementar la sub-área de Instrumentación y Automatización, como resultado se halló que no existe ningún plan de desarrollo debido a que la definición de la sub-área como tal no existe.

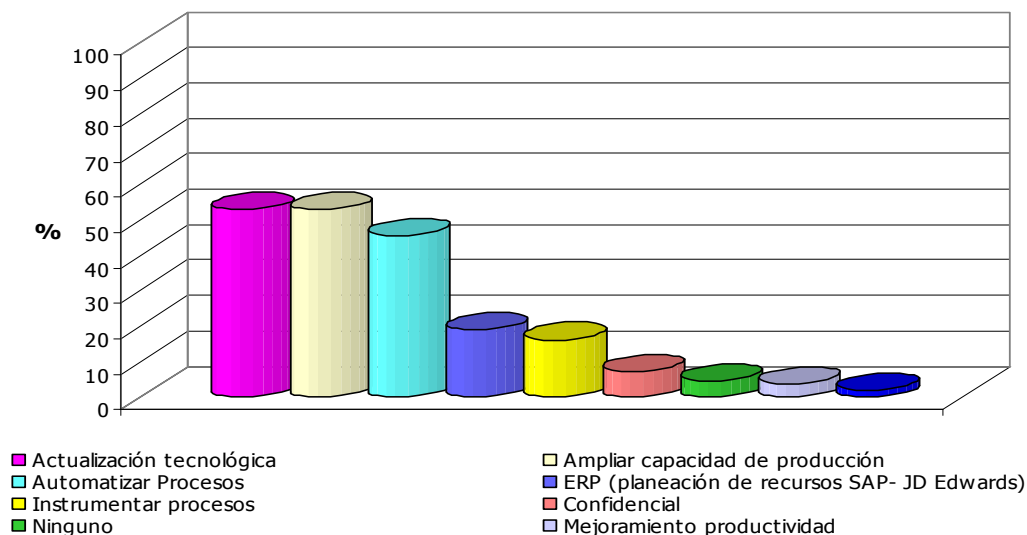
6. TENDENCIAS

En el Capítulo de tendencias se indaga sobre las perspectivas que los empresarios tienen sobre los posibles cambios que se pueden presentar en un futuro cercano en la sub-área a nivel nacional y mundial teniendo en cuenta su relación con la economía y política colombiana.

6.1. Cambios en la empresa en relación con la base tecnológica

Se indagó dentro de las empresas encuestadas sobre los cambios que tienen planeados realizar en cuanto a la estructura de la empresa y se encontró que los principales son; la ampliación de la capacidad de producción y la actualización tecnológica (54%) y la automatización de los procesos (45%).(Tabla 90 y Gráfico 41)

Gráfico 41. Cambios en la estructura organizacional



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 32

Tabla 90 Cambios organizacionales

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Actualización tecnológica	65	64	43	39	63	46	53
Ampliar capacidad de producción	55	79	22	65	63	46	53
Automatizar Procesos	61	36	35	43	25	54	46
ERP (planeación de recursos SAP- JD Edwards)	23	29	17	17	13	8	19
Instrumentar procesos	29	7	13	13		15	16
Confidencial		7	9	9	13	15	7
Ninguno	6	7	4	4			4
Mejoramiento productividad	6		4			8	4
Infraestructura			9				2

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 32

En el mercado de Demanda se conserva la estructura de cambios mencionada anteriormente, la ampliación de la capacidad de producción la actualización tecnológica y la automatización de los procesos para la Oferta se mantienen los cambios en la ampliación de la capacidad de producción y la actualización tecnológica. Las empresas de esta sub-área tienen la intención de mejorar la productividad y cambiar la infraestructura de las empresas. (Tabla 91)

Tabla 91. Cambios organizacionales Por tipo de mercado

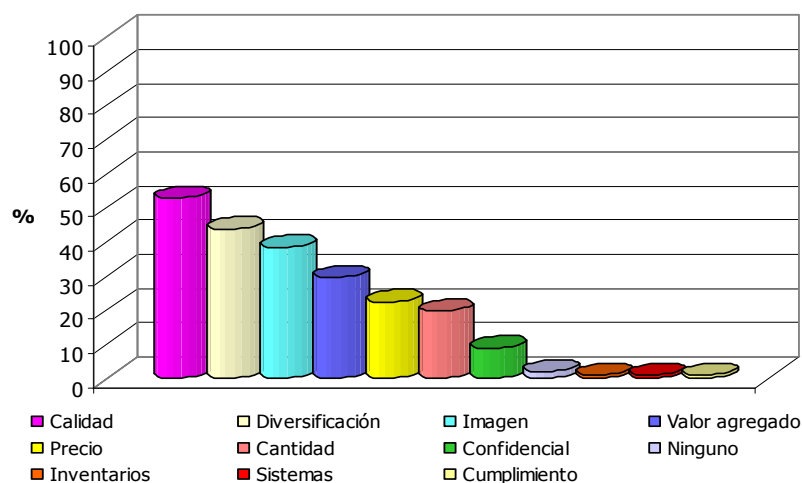
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Actualización tecnológica	59%	37%	53%
Ampliar capacidad de producción	62%	27%	53%
Automatizar Procesos	59%	10%	46%
ERP (planeación de recursos SAP- JD Edwards)	17%	23%	19%
Instrumentar procesos	21%	3%	16%
Confidencial	6%	10%	7%
Ninguno		17%	4%
Mejoramiento productividad	4%	3%	4%
Infraestructura		7%	2%

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 32

6.2. Cambios en productos

Se investigó dentro de las empresas encuestadas sobre los cambios que tienen planeados realizar en cuanto a los productos (bienes y servicios) que ofrecen y se encontró que los principales son: mejorar la calidad de sus productos (53%) y diversificarlos (44%) en un porcentaje menor las empresas desean cambiar la imagen de sus productos. (Tabla 92 y Gráfico 42)

Gráfico 42. Cambios en productos



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 33

Tabla 92. Cambios en productos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Calidad	42	57	52	57	63	62	53
Diversificación	32	71	48	43	25	46	44
Imagen	29	57	43	43	50	15	38
Valor agregado	29	64	35	13	25	15	29
Precio	19	29	13	26	38	23	22
Cantidad	19	29	4	22	13	38	20
Confidencial	16		4	13		8	9
Ninguno	6						2
Inventarios			4				1
Sistemas				4			1
Cumplimiento						8	1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 33

El mercado de demanda desea efectuar cambios en la calidad y el mercado de oferta en la diversificación de sus productos. (Tabla 93)

Tabla 93. Cambios en productos por Tipo de mercado

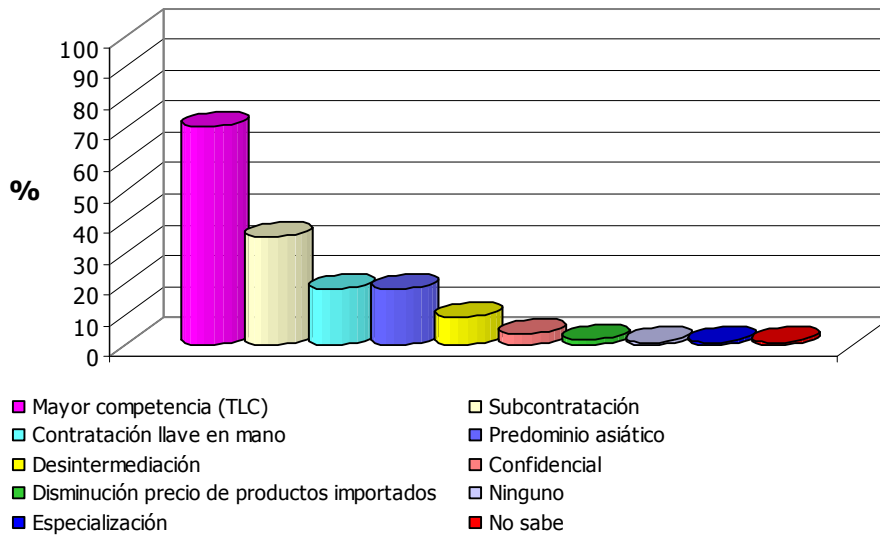
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Calidad	56%	43%	53%
Diversificación	41%	50%	44%
Imagen	37%	43%	38%
Valor agregado	27%	37%	29%
Precio	22%	23%	22%
Cantidad	22%	13%	20%
Confidencial	9%	10%	9%
Ninguno	2%		2%
Inventarios		3%	1%
Sistemas	1%		1%
Cumplimiento	1%		1%

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 33

6.3. Tendencias de los mercados

Se averiguó dentro de las empresas encuestadas sobre las tendencias que se presentaran en cuanto los cambios en los mercados que influyen en la sub-área y se obtuvo que los principales son: la presencia de una mayor competencia en los mercados nacionales, debido a la llegada de nuevas empresas y productos, como resultado del Tratado de Libre Comercio (TLC) con los Estados Unidos; también se exhibe una alta tendencia a la subcontratación o outsourcing. (Tabla 94 y Gráfico 43)

Gráfico 43. Tendencias de los mercados



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 34

Tabla 94. Tendencias de los mercados

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Mayor competencia (TLC)	74	86	52	78	75	62	71
Subcontratación	48	36	26	30	13	38	35
Contratación llave en mano	19	21	35	13			18
Predominio Asiático	10	21	26	9	25	31	18
Desintermediación		21	13	17			9
Confidencial	6			9			4
Disminución precio de productos importados	3	7					2
Ninguno			4				1
Especialización			4				1
No sabe						8	1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 34

Tabla 95. Tendencias de los mercados por Tipo de mercado

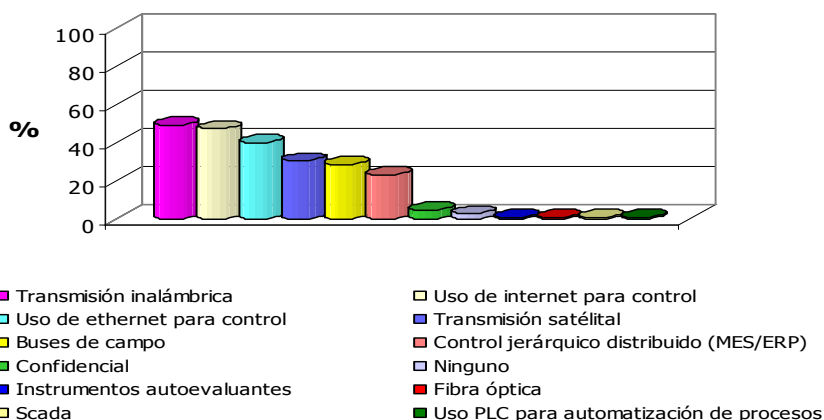
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Mayor competencia (TLC)	73%	63%	71%
Subcontratación	32%	43%	35%
Contratación llave en mano	6%	50%	18%
Predominio Asiático	17%	20%	18%
Desintermediación	6%	17%	9%
Confidencial	5%		4%
Disminución precio de productos importados		7%	2%
Ninguno	1%		1%
Especialización	1%		1%
No sabe	1%		1%

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 34

6.4. Tendencias tecnológicas

Se consultó dentro de las empresas de la sub-área de Instrumentación y Automatización sobre las tendencias que se presentarían en cuanto los cambios tecnológicos y se encontró que los principales son: la transmisión inalámbrica y el uso del Internet y del Ethernet para control (Tabla 96 y Gráfico 44)

Gráfico 44. Tendencias tecnológicas



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 35

Tabla 96. Tendencias tecnológicas

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Transmisión inalámbrica	61	50	43	39	38	54	49
Uso de Internet para control	26	71	43	61	63	46	47
Uso de Ethernet para control	52	43	57	30		23	40
Transmisión satelital	35	36	26	30	38	15	30
Buses de campo	39	14	43	17	25	15	29
Control jerárquico distribuido (MES/ERP)	29	14	26	22		31	23
Confidencial		7	4	9	13		4
Ninguno			4		13	8	3
Instrumentos autoevaluantes			4				1
Fibra óptica			4				1
Scada			4				1
Uso PLC para automatización de procesos						8	1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 35

La tendencia para el mercado de Oferta es la transmisión satelital y el uso del Internet y Ethernet para control; el mercado de Demanda se orientan hacia la transmisión inalámbrica y el uso del Internet para control. (Tabla 97)

Tabla 97. Tendencias tecnológicas por Tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Transmisión inalámbrica	44%	63%	49%
Uso de Internet para control	46%	50%	47%
Uso de Ethernet para control	33%	60%	40%
Transmisión satelital	26%	43%	30%
Buses de campo	21%	50%	29%
Control jerárquico distribuido (MES/ERP)	20%	33%	23%
Confidencial	6%		4%
Ninguno	4%		3%
Instrumentos autoevaluantes	1%		1%
Fibra óptica		3%	1%
Scada	1%		1%
Uso PLC para automatización de procesos	1%		1%

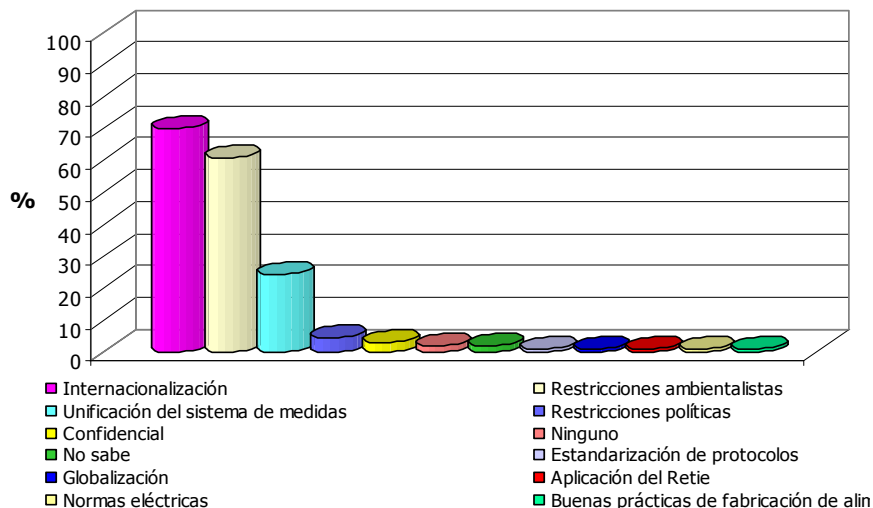
Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 35

6.5. Cambios en la normatividad

Se consultó dentro de las empresas encuestadas sobre cual es su percepción sobre los posibles cambios normativos que se presentaran y se halló que los principales son; la internacionalización (70%), las restricciones ambientales (61%). (Tabla 98 y Gráfico 45)

Adicionalmente el equipo técnico de la mesa sectorial sugiere que en la sub-área se presentarán cambios sobre la normatividad de Seguridad industrial.

Gráfico 45. Cambios normativos



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 36

Tabla 98. Cambios normativos

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Internacionalización	71	79	87	57	50	62	70
Restricciones ambientalistas	68	86	65	35	63	54	61
Unificación del sistema de medidas	19	29	22	30	13	31	24
Restricciones políticas	6	14	4				4
Confidencial				13			3
Ninguno			4	4			2
No sabe	3			4			2
Estandarización de protocolos			4				1
Globalización			4				1
Aplicación del Retie				4			1
Normas eléctricas					13		1
Buenas prácticas de fabricación de alimentos						8	1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 36

Tabla 99. Cambios normativos por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Internacionalización	66%	80%	70%
Restricciones ambientalistas	59%	67%	61%
Unificación del sistema de medidas	24%	23%	24%
Restricciones políticas	5%	3%	4%
Confidencial	4%		3%
Ninguno	1%	3%	2%
No sabe	2%		2%
Estandarización de protocolos		3%	1%
Globalización		3%	1%
Aplicación del Retie	1%		1%
Normas eléctricas	1%		1%
Buenas prácticas de fabricación de alimentos	1%		1%

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 36

6.6. Tendencias Ocupacionales

Las ocupaciones mencionadas en la tabla siguiente son visualizadas a futuro como próximas a penetrar a la industria de la Instrumentación y Automatización, como tendencia ocupacional en el ámbito mundial. (Tabla 100)

Tabla 100. Cambios ocupacionales

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Confidencial	15	23	17
Ninguno	17	10	15
No sabe	11	10	11
Mecátronica	5	10	6
Automatización	6	3	5
Mas especializaciones	4	10	5
Aumento de empleados	2	10	4
Incremento de la Calidad Ocupacional	5	3	4
Control Ambiental	4	7	4
Electroinstrumentista	6		4
Electromecánico	6		4

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 37

Las ocupaciones mencionadas en la tabla anterior son visualizadas a futuro como próximas a penetrar a la industria de la Instrumentación y Automatización, como tendencia ocupacional en el ámbito mundial. (Tabla 100)

6.7. Cambios en la capacitación y formación

Se indagó dentro de las empresas encuestadas, sobre los posibles cambios a presentarse en el entorno educativo, desde el punto de vista de la capacitación y la formación y se encontró que los principales son; la formación por competencias (65%), uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación (50%) y certificaciones internacionales (48%); además se expresan otros cambios como, la formación virtual y la creación de nuevas titulaciones. (Tabla 101)

Tabla 101. Cambios en la capacitación y la formación

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Formación por competencias	68	86	52	70	75	46	65
Uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación	52	64	48	48	50	38	50
Certificaciones Internacionales	45	64	61	39	25	46	48
Formación virtual	55	29	22	43	50	54	42
Nuevas titulaciones	10	21		9			7
Confidencial	3		4	9			4
Certificaciones Nacionales			4				1
Acreditaciones			4				1
Cursos especializados			4				1
Disminución de duración			4				1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 38

En el mercado de demanda y oferta predomina la formación por competencias, para este último las certificaciones internacionales tienen gran importancia. (Tabla 102)

Tabla 102. Cambios en la capacitación y la formación tipo de mercado

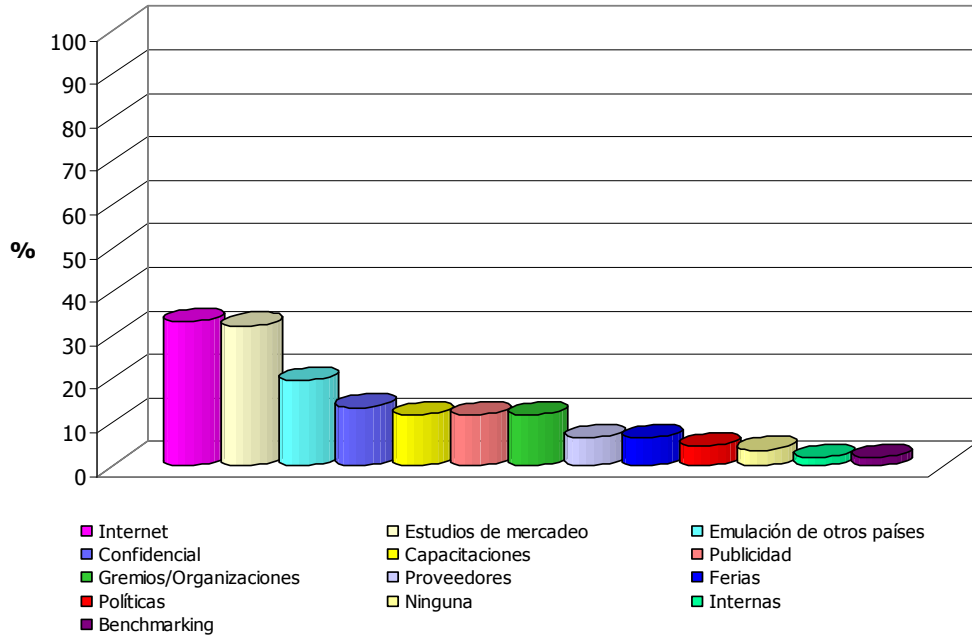
	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Formación por competencias	72	47	65
Uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación	49	53	50
Certificaciones Internacionales	45	57	48
Formación virtual	41	43	42
Nuevas titulaciones	6	10	7
Confidencial	2	7	4
Certificaciones Nacionales		3	1
Acreditaciones	1		1
Cursos Especializados		3	1
Disminución de duración		3	1

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 38

6.8. Cambios en las fuentes de información

De las empresas encuestadas se obtuvo la siguiente información sobre las fuentes de información para elegir las tendencias de crecimiento, las fuentes más consultadas por las empresas de esta sub-área son el Internet y los estudios de mercado. (Tabla 103 y Gráfico 46)

Gráfico 46. Fuentes de información



Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 39

Tabla 103 Fuentes de información

	Ciudad						Total
	Cali	Medellín	Bogotá	B/quilla	B/manga	Manizales	
Internet	29	36	26	39	50	31	33
Estudios de Mercadeo	16	57	30	35	38	38	32
Emulación de otros países	26	29	30	9		8	20
Confidencial	16		9	26		15	13
Capacitaciones	16	21	17	4			12
Publicidad	10	21	22	4		8	12
Gremios / Organizaciones	3	7	17	9	25	23	12
Proveedores	10		4	4	13	8	6
Ferias	6	36					6
Políticas	10		4	4			4
Ninguna	6	7	4				4
Internas						15	2
Benchmarking			4	4			2

Fuente: Resultados de la investigación. Pregunta 39

Tabla 104. Fuentes de información por tipo de mercado

	Tipo de mercado		Total
	Demanda	Oferta	
Internet	34%	30%	33%
Estudios de Mercadeo	35%	23%	32%
Emulación de otros países	20%	20%	20%
Confidencial	12%	17%	13%
Capacitaciones	10%	17%	12%
Publicidad	11%	13%	12%
Gremios / Organizaciones	10%	17%	12%
Proveedores	7%	3%	6%
Ferias	7%	3%	6%
Políticas	5%	3%	4%
Ninguna	5%		4%
Internas	2%		2%
Benchmarking	2%		2%

Fuente: Resultados de la investigación

Para los dos tipos de mercados las principales fuentes de información son el Internet y lo estudios de mercado. (Tabla 104)

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Entorno Tecnológico

- *En la subárea es aun deficiente el uso de herramientas tecnológicas y de innovación que permitan un mejor rendimiento y eficiencia en sus proceso productivos. La constante evolución y desarrollo de la tecnología hace que todas las industrias tiendan cada vez más a altos niveles tecnológicos. Además, la exigencia de los mercados presiona a las empresas a automatizar e instrumentar sus procesos, para poder ser competitivos y productivos.*
- *Aun hay deficiencias en cuanto al reconocimiento de la importancia de la inversión en innovación y desarrollo tecnológico, se debe incentivar a las empresas para acelerar el proceso de evolución tecnológica.*
- *No se pueden concebir hoy en día en el país los procesos productivos sin el uso de Tecnologías de Control basadas en PLCs y DCSs. Es tambien común hoy el uso de Tecnologías de Comunicación entre sistemas de control y/o entre variables y sistemas de control tales como el Internet, Buses Campo (Fieldbus, Profibus, Devicenet, Modbus plus, etc) así como el Internet y la comunicación Inalámbrica (Wireless)*
- *Entre los proveedores de Tecnología de Instrumentación y Control en el país se destacan las compañías mas importantes a nivel mundial, lo que indica que el país esta entrando en un proceso de reconversión tecnológica lo que lo hace atractivo para estas compañías.*
- *La Instrumentación Digital y Análoga así como el uso de los buses de campo que han venido desarrollándose muy rapidamente y se han ido incorporando a las arquitecturas de control de las empresas son el denominador común en especial en las grandes industrias, la pequeña y mediana industria todavía tiene grados muy bajos de Automatización en sus procesos.*
- *Las empresas que presentan altos grados de Automatización por lo general cumplen con normas y/o estándares Internacionales que les permiten ser competitivas.*

7.2. Entorno Ocupacional

- *Las empresas de la sub-área tienen en su mayoría de cuatro a cinco niveles ocupacionales, evidenciando una estructura vertical de las organizaciones, dado principalmente por su tamaño. Son las empresas multinacionales y grandes las que exhiben una mayor estructuración ocupacional, en donde, los niveles jerárquicos y la organización cobran preeminencia, mientras que en las empresas pequeñas, los niveles administrativos y gerenciales son menos relevantes.*

- *La sub-área brinda a sus empleados una moderada estabilidad laboral en cuanto al tipo de contrato y salario, para cada uno de los niveles, aun que este se ve altamente relacionado con el tipo de empresa.*
- *La Instrumentación y Automatización industrial es un hecho que esta cobrando cada vez más fuerza en el país, las ocupaciones con bajos niveles de calificación son cada vez menos requeridos y las empresas conciente de esta realidad requieren la calificación de importantes proporciones de sus empleados en diferentes áreas, que les permita mejorar su nivel productivo, competitivo y a su vez la calidad de vida de sus empleados.*
- *Es de vital importancia aclarar a todos los actores de la sub-área que "un modelo nacional de formación y certificación basado en Normas de Competencia Laboral, contribuye a la cualificación y mejor funcionamiento del mercado de trabajo, fortaleciendo la satisfacción de las necesidades de desarrollo y vinculación de las personas al mundo laboral y orientando la formación profesional hacia acciones pertinentes y flexibles, como fundamento de calidad y equidad".*

7.3. Entorno Educativo

- *Se observa que existe un alto potencial de empresas que requieren que sus empleados sean capacitados, aunque se considera que falta conciencia de la importancia de la cualificación permanente, para permanecer competitivos frente a los constantes cambios educativos, profesionales y del mercado.*
- *La alta incidencia de la falta de tiempo para capacitarse puede estar influida por la falta de confianza y como resultado de esto, de motivación real hacia los programas que se ofrecen actualmente el sector educativo, ya que el trabajador y profesional prefiere seguir aprendiendo empíricamente en su puesto de trabajo que sacar tiempo para tomar capacitaciones que sean teóricas y lejanas a su realidad y que no le contribuyen en su quehacer diario.*
- *En el país existe una gama amplia de entidades que ofrecen diversos programas, cursos, profesiones, postgrados, etc., que brindan la oportunidad a los actores de la sub-área de estar actualizados y capacitados, siendo necesario que dichos programas permanentemente actualicen sus planes de estudio con el fin de afianzar las competencias laborales requeridas actualmente por el mercado.*
- *Las entidades que ofrecen servicios de capacitación y formación tienen una gran oportunidad de mejorar y contribuir a un desarrollo competitivo del mercado laboral, a través de la creación de programas que satisfagan las necesidades de la industria, a costos razonables y en horarios flexibles; empleando diferentes herramientas tecnológicas de información y comunicación, entre otras estrategias.*
- *Es indispensable trabajar en un cambio de cultura, con los empleadores del sector empresarial, relacionado con la posibilidad de mejorar la productividad y calidad de sus procesos a través del*

incremento del nivel de formación de sus empleados en la sub-área de Automatización e Instrumentación.

7.4. Entorno Organizacional

- *La sub-área de Instrumentación y Automatización esta conformado principalmente por empresas con constitución jurídica de sociedades anónima y limitada. La mayoría de las empresas de la sub-área demandan servicios de Instrumentación y Automatización lo cual crea un mercado expandible a las empresas de oferta.*
- *La Instrumentación y Automatización es una sub-área de desempeño relacionada con diversos tipos de industrias, por esta razón se presenta una alta heterogeneidad en los productos ofrecidos por las empresas que lo conforman.*
- *Existes varios gremios y organizaciones relacionadas con la sub-área, que agrupan a las empresas que ofertan servicios; las principales son la Cámara de Comercio, Icontec y Andi. Los cuales pueden ser el medio para establecer a través de sus bases de datos, variables de interrelación empresarial que permitan consolidar la sub-área de Instrumentación y la Automatización en Colombia.*
- *La percepción general de las empresas del país es que la sub-área de Instrumentación y Automatización no está organizado, esto crea la necesidad de crear gremios, instituciones y organizaciones, que agrupen las empresas e industrias relacionadas con la sub-área, para fortalecer sus lazos sectoriales y fomentar el desarrollo industrial, comercial, productivo y competitivo.*

7.5. Entorno Económico

- *Falta en nuestro país un mayor liderazgo de las entidades financieras para promover el desarrollo industrial, es frecuente encontrar empresas que financian sus proyectos de expansión a partir de sus propios recursos. En economías como la de Estados Unidos, donde los bancos y entidades financieras apoyan el espíritu empresarial con grandes proyectos de inversión a largo plazo, facilitando de esta forma la expansión económica del país. La tecnología puede verse como el medio para mejorar la calidad de vida de las personas en el trabajo demanda preparación y compromiso con su desarrollo profesional.*
- *Se encontró que esta sub-área de desempeño se caracteriza por un alto dinamismo económico debido al incremento de sus ventas en el periodo de estudio, este es un importante indicador para incentivar un mejoramiento tanto a nivel tecnológico como a nivel educativo.*
- *La oferta de servicios es un mercado con que abastece solo la demanda nacional con una fuerte parte de insumos importados principalmente de Estados Unidos, tan solo una pequeña proporción exporta sus servicios.*

7.6. Tendencias

- *Frente al campo organizacional, los principales cambios presupuestados por las empresas se manifiesta la actualización tecnológica y la ampliación de la capacidad productiva junto con planeación de recursos tipo SAP – JD Edwards.*
- *El cambio en el mercado esta directamente relacionado con la posible llegada del Tratado de libre comercio, se espera una mayor competencia por el arribo de nuevas empresas y productos y por el predominio del mercado asiático. Este tipo de competencia impulsa a pensar en cambios orientados hacia la mejora de la calidad en sus productos. Se espera un incremento en el tipo de contratación "Llave en mano".*
- *En cuanto a las tendencias tecnológicas se prevee un incremento en el uso de Internet y Ethernet como parte de sus procesos de control, junto con transmisión inalámbrica de datos, a la par con este desarrollo tecnológico, el educativo se vislumbra con un incremento en el manejo y desarrollo de tecnologías de información y comunicación con certificaciones internacionales*

BIBLIOGRAFÍA

Universidad del Valle [en línea]. <<http://www.univalle.edu.co>> [consultada el 12 de Enero del 2007]

Departamento Administrativo Nacional de Estadística [en línea]. <http://www.dane.gov.co> [consultada el 28 de Junio del 2006]

Ministerio de Comercio Industria y Turismo - Republica de Colombia [en línea]. <http://www.mincomercio.gov.co> [consultada el 2 de Diciembre del 2006]

Politécnico Grancolombiano [en línea]. <<http://www.poligran.edu.co>> [consultada el 28 de Marzo del 2007]

Universidad de Antioquia [en línea]. <<http://www.udea.edu.co>> [consultada el 13 de Agosto del 2007]

Universidad Cooperativa de Colombia [en línea]. <<http://www.universidadcooperativa.org/>> [consultada el 25 de Agosto del 2006]

Universidad del Quindío [en línea]. <<http://www.uniquidio.edu.co>> [consultada el 5 de Enero del 2006]

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano [en línea]. <<http://www.utadeo.edu.co>> [consultada el 12 de Mayo del 2007]

Universidad de Nariño [en línea]. <<http://www.edunar.edu.co>> [consultada el 27 de Abril del 2006]

Universidad Santo Tomás [en línea]. <<http://www.usta.edu.co>> [consultada el 30 de Septiembre del 2007]

Universidad Católica Popular del Risaralda [en línea]. <<http://www.ucpr.edu.co>> [consultada el 13 de Julio del 2007]

Universidad Pontificia Bolivariana [en línea]. <<http://www.upb.edu.co>> [consultada el 7 de Febrero del 2006]

EIA - Escuela de Ingeniería de Antioquia [en línea]. <<http://www.eia.edu.co>> [consultada el 7 de Enero del 2007]

Centro Colombiano de Estudios Profesionales – CECEP [en línea]. <<http://www.cecs.edu.co>> [consultada el 11 de Enero del 2007]

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito [en línea]. <<http://www.escuelaing.edu.co/>> [consultada el 7 de Enero del 2006]

Universidad EAFIT [en línea]. <<http://www.eafit.edu.co>> [consultada el 11 de Noviembre del 2007]

UNICA Institucion Universitaria Colombo Americana [en línea]. <<http://www.unica.edu.co>> [consultada el 2 de Abril del 2007]

Fundación Universitaria Manuela Beltrán [en línea]. <<http://www.umb.edu.co>> [consultada el 14 de Marzo del 2006]

Corporacion Universitaria del Caribe - CECAR [en línea]. <<http://www.cecar.edu.co>> [consultada el 29 de Octubre del 2006]

Universidad El Bosque [en línea]. <<http://www.unbosque.edu.co>> [consultada el 13 de Enero del 2007]

Universidad del Norte [en línea]. <<http://www.uninorte.edu.co>> [consultada el 12 de Junio del 2007]

Institución Universitaria Antonio José Camacho [en línea]. <<http://www.itmajc.edu.co>> [consultada el 3 de Septiembre del 2007]

Cámara de Comercio de Medellín [en línea]. <<http://www.camaramed.org.co>> [consultada el 22 de Agosto del 2006]

Cámara de Comercio de Cali [en línea]. <<http://www.ccc.org.co>> [consultada el 12 de Febrero del 2006]

Cámara Colombo Americana [en línea]. <<http://www.amchamcolombia.com.co>> [consultada el 24 de Julio del 2006]

Cámara de Comercio Colombo Británica [en línea]. <<http://www.colombobritanica.com>> [consultada el 6 de Abril del 2007]

Cámara de Comercio México Colombia [en línea]. <<http://www.ccmexcol.com>> [consultada el 28 de Enero del 2006]

Cámara de Industria y Comercio Colombo-Alemana [en línea]. <<http://www.ahk-colombia.com>> [consultada el 7 de Octubre del 2006]

CAMARA DE COMERCIO ITALIANA PARA COLOMBIA [en línea]. <<http://www.camaracomercioitaliana.com>> [consultada el 2 de Mayo del 2007]

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC [en línea]. <<http://www.icontec.org.co>> [consultada el 1 de Agosto del 2006]

DANE - Departamento Administrativo Nacional de Estadística [en línea]. <<http://www.dane.gov.co>> [consultada el 22 de Julio del 2007]

Institución Tecnológica UNITEC [en línea]. <<http://www.unitec.edu.co>> [consultada el 12 de

Enero del 2007]

Ministerio de Comercio Industria y Turismo - Republica de Colombia [en línea]. <<http://www.mincomercio.gov.co>> [consultada el 6 de Noviembre del 2007]

Banco de la República de Colombia [en línea]. <<http://www.banrep.gov.co>> [consultada el 30 de Mayo del 2007]

Corporación Universitaria de Ciencia y Desarrollo [en línea]. <<http://www.uniciencia.edu.co>> [consultada el 1 de Mayo del 2007]

El Portafolio [en línea]. <<http://www.portafolio.com.co>> [consultada el 5 de Mayo del 2006]

ProExport [en línea]. <<http://www.proexport.com>> [consultada el 21 de Abril del 2006]

Bogota [en línea]. <<http://www.bogota.com>> [consultada el 13 de Enero del 2007]

Barranquilla [en línea]. <<http://www.barranquilla-online.com>> [consultada el 27 de Agosto del 2007]

Bucaramanga [en línea]. <<http://www.bucaramanga.com>> [consultada el 10 de Junio del 2006]

Medellín [en línea]. <<http://www.medellininfo.com>> [consultada el 25 de Mayo del 2006]

Universidad de Ibagué [en línea]. <<http://www.unibague.edu.co>> [consultada el 6 de Octubre del 2006]

Universidad de Manizales [en línea]. <<http://www.unmanizales.edu.co>> [consultada el 1 de Abril del 2006]

Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio [en línea]. <<http://www.confecamaras.org.co>> [consultada el 6 de Diciembre del 2006]

Cámara de Comercio México Colombia [en línea]. <<http://www.ccmexcol.com>> [consultada el 21 de Mayo del 2007]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Colciencias en una década dos millones de dólares para desarrollar ciencia y tecnología. [Documento electrónico]. En <<http://www.presidencia.gov.co/sne/2004/marzo/24/09242004.htm>> [consultada el marzo 24 del 2004]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Inversión en ciencia y tecnología e innovación llegó al 0.8% del PIB. [Documento electrónico]. En <http://cne.presidencia.gov.co/sne/2006/febrero/28/15282006.htm> [consultada el 28 de febrero del 2006]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Duplicarán presupuesto para fortalecer ciencia y tecnología en el país. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2007/febrero/23/09232007.htm [consultada el 23 febrero del 2007]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. SENA ratifica convenios de cooperación con Israel. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2006/enero/04/02042006.htm [consultada el 4 Enero del 2006]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Coordinación Asuntos, Comunicación Interna y Externa, Ministerio de Relaciones Exteriores. Colombia un país positivo, Crecimiento económico sostenible y generación de empleo. [Documento electrónico]. En [www.presidencia.gov.co/colpositiva/junio2006/col_positiva2dejunio\(espanol\).htm](http://www.presidencia.gov.co/colpositiva/junio2006/col_positiva2dejunio(espanol).htm) [consultada en Junio de 2006]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Conciencia y Acopi firman convenio para impulsar desarrollo de la ciencia. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2007/marzo/13/17132007.htm [consultada en 13 de Marzo del 2007]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Coordinación Asuntos, Comunicación Interna y Externa y Ministerio de Relaciones Exteriores. Convenio de apoyo a PYMES. [Documento electrónico]. En [www.presidencia.gov.co/colpositiva/mayo2006/col_positiva5demayo\(espanol\).htm](http://www.presidencia.gov.co/colpositiva/mayo2006/col_positiva5demayo(espanol).htm) [consultada el 5 de mayo de 2006]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Destinan \$14 mil millones para frenar deserción universitaria. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2007/enero/25/11252007.htm [consultada el 25 de Enero del 2007]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Palabras de la mineducación, Cecilia María Vélez en Consejo Comunitario de Gobierno. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2006/septiembre/02/01022006.htm [consultada el 2 Septiembre del 2006]

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA, CASA DE NARIÑO, SECRETARIA DE PRENSA. Invierten \$25 mil millones para fortalecer educación técnica y tecnológica. [Documento electrónico]. En www.presidencia.gov.co/prensa_new/sne/2007/enero/15/06152007.htm [consultada el 15 Enero del 2007]

Corporación Colombia Digital Nation y la Agenda de Conectividad. Fomento de la Productividad y la Competitividad por medio del Uso Creativo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs). [Documento electrónico]. En www.sena.edu.co/NR/rdonlyres/A0598279-F868-4AD2-9DE4FD81D9E966E3/0/TICsProdCompetitividad.doc [consultada en Julio 3 del 2003]

ANEXO 1
FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE
INFORMACIÓN



CARACTERIZACIÓN OCUPACIONAL

Mesa Sectorial Automatización e Instrumentación



DATOS GENERALES

Entrevista	Fecha			No.
Empresa				Nit.
Dirección			Ciudad	
Teléfono			e-mail	
Sociedad Anónima <input type="checkbox"/> Sociedad Limitada <input type="checkbox"/> Comandita por acciones <input type="checkbox"/> Comandita simple <input type="checkbox"/> Empresa Unipersonal <input type="checkbox"/>				
Entrevistado				Cargo

ENTORNO TECNOLÓGICO

1 ¿Cuáles son los principales procesos productivos en su empresa?

<input type="checkbox"/> Generación, transformación y distribución de electricidades	<input type="checkbox"/> Generación de vapor	<input type="checkbox"/> Transformación de materias primas
<input type="checkbox"/> Recepción y despacho de materias primas y productos	<input type="checkbox"/> Tratamiento de aguas	<input type="checkbox"/> Almacenamiento
<input type="checkbox"/> Manejo de fluidos	<input type="checkbox"/> Empaque y embalaje	<input type="checkbox"/> Otros _____
	<input type="checkbox"/> Almacenamiento	<input type="checkbox"/> _____

2 ¿Cuáles son las principales tecnologías utilizadas en los procesos productivos anteriormente?

<input type="checkbox"/> Control digital (DCS, PC, scada)	<input type="checkbox"/> Transmisión inalámbrica	<input type="checkbox"/> Buses de campo
<input type="checkbox"/> Control secuencial (PLC)	<input type="checkbox"/> Uso de internet	<input type="checkbox"/> Otros _____
<input type="checkbox"/> Control de lazos sencillos	<input type="checkbox"/> Neumática	<input type="checkbox"/> _____
<input type="checkbox"/> Instrumentación electrónica	<input type="checkbox"/> Manual	<input type="checkbox"/> _____

3 ¿Quiénes son los principales proveedores de las tecnologías utilizadas en su empresa?

<input type="checkbox"/> ABB	<input type="checkbox"/> Invensys (foxboro)	<input type="checkbox"/> Smart	<input type="checkbox"/> Siemens	<input type="checkbox"/> Opto 22
<input type="checkbox"/> Smart	<input type="checkbox"/> Emerson (Rosemount)	<input type="checkbox"/> Omron	<input type="checkbox"/> General electric	<input type="checkbox"/> Otros _____
<input type="checkbox"/> Schneider	<input type="checkbox"/> Rockwell (Allen bradley)	<input type="checkbox"/> Yokogawa	<input type="checkbox"/> Endress + housser	<input type="checkbox"/> _____

4 ¿Cuáles son los principales equipos utilizados en los procesos productivos más relevantes en su empresa?

<input type="checkbox"/> Básculas	<input type="checkbox"/> Sensores	<input type="checkbox"/> PLC	<input type="checkbox"/> Variadores
<input type="checkbox"/> Celdas de carga	<input type="checkbox"/> Transmisores	<input type="checkbox"/> DCS	<input type="checkbox"/> Otros _____
<input type="checkbox"/> Medición analítica	<input type="checkbox"/> Controladores	<input type="checkbox"/> Válvulas	<input type="checkbox"/> _____

5 ¿Cuáles son las principales características tecnológicas de los equipos utilizados en los procesos productivos más relevantes de su empresa?

<input type="checkbox"/> Análogo	<input type="checkbox"/> Digital	<input type="checkbox"/> Comunicación digital	<input type="checkbox"/> Protocolo abierto
<input type="checkbox"/> Neumático	<input type="checkbox"/> Otros _____	<input type="checkbox"/> _____	

6 ¿Qué tipo de sistemas de gestión de calidad utiliza en su empresa?

<input type="checkbox"/> Ninguna	<input type="checkbox"/> Iso9000	<input type="checkbox"/> Iso14000	<input type="checkbox"/> Seis Sigma	<input type="checkbox"/> Otra _____
----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

7 ¿Cuánto ha invertido en innovación y desarrollo tecnológico en los últimos tres años?

\$ _____

ENTORNO OCUPACIONAL

8	¿Cuáles son las ocupaciones existentes en los principales procesos productivos en su empresa y cuantos empleados hay en esas ocupaciones? * de procesos					
	<input type="checkbox"/> Instrumentista _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de planta _____ <input type="checkbox"/> Metrologo _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de control * _____ <input type="checkbox"/> Supervisor _____ _____ <input type="checkbox"/> Operador de caldera _____ _____					
9	¿Cuántos empleados permanentes y temporales hay en los procesos productivos?					
	<input type="checkbox"/> Permanentes _____ <input type="checkbox"/> Masculino _____ <input type="checkbox"/> Femenino _____ <input type="checkbox"/> Temporales _____ <input type="checkbox"/> Masculino _____ <input type="checkbox"/> Femenino _____					
10	¿por cada tipo de contrato cuántos empleados tiene al año en sus procesos productivos?					
	<input type="checkbox"/> Termino indefinido _____ <input type="checkbox"/> Prestación de servicios _____ <input type="checkbox"/> Termino fijo _____ <input type="checkbox"/> Por proyectos _____					
11	¿Cuáles considera usted que son las principales ocupaciones emergentes en la actualidad?					
	<input type="checkbox"/> Electroinstrumentista _____ <input type="checkbox"/> Mecatronico _____ <input type="checkbox"/> Químico instrumentista _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de comunicaciones _____					
12	¿Cuáles niveles ocupacionales hay en su empresa, cuántos empleados hay por nivel y cuál es el promedio salarial respectivo? A1					
	<input type="checkbox"/> Uno _____ \$ _____ <input type="checkbox"/> Tres _____ \$ _____ <input type="checkbox"/> Dos _____ \$ _____ <input type="checkbox"/> Cuatro _____ \$ _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Cinco _____ \$ _____					
13	¿Su área de trabajo con cual subárea de desempeño se relaciona? A2					
	_____ _____ _____					
14	¿Existen actualmente normas de competencia laboral para el desempeño de sus empleados?					
	<input type="checkbox"/> Si ¿Cuál? _____ <input type="checkbox"/> No					
15	¿Cuántos empleados necesitan ser certificados en competencias laborales en automatización e instrumentación? _____					
ENTORNO EDUCACIONAL						
16	¿Cuál es el nivel educativo de los empleados de los procesos productivos y cuantos hay por nivel?					
	<input type="checkbox"/> Primaria _____ <input type="checkbox"/> Técnico _____ <input type="checkbox"/> Universitario _____ <input type="checkbox"/> Secundaria _____ <input type="checkbox"/> Tecnológico _____ <input type="checkbox"/> Postgrado _____					
17	¿Cuáles son los principales problemas encontrados cuando es requerido un servicio de capacitación?					
	<input type="checkbox"/> Costos _____ <input type="checkbox"/> Disponibilidad de tiempo _____ <input type="checkbox"/> Otros _____ <input type="checkbox"/> Escasa oferta _____ <input type="checkbox"/> Incompatibilidad de horarios _____ <input type="checkbox"/> Mala calidad de la oferta _____ <input type="checkbox"/> No cumple con las necesidades _____					
18	¿Cuántos empleados requieren actualmente ser calificados y en cuales ocupaciones? (* de procesos)					
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; border-right: 1px solid black; padding-right: 5px;"> _____ Masculino _____ Femenino _____ </td> <td style="padding-left: 5px;"> <input type="checkbox"/> Instrumentista _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de planta _____ <input type="checkbox"/> Metrologo _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de control * _____ <input type="checkbox"/> Supervisor _____ _____ <input type="checkbox"/> Operador de caldera _____ _____ </td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; text-align: center; padding-right: 5px;">Ocupaciones</td> <td></td> </tr> </table>	_____ Masculino _____ Femenino _____	<input type="checkbox"/> Instrumentista _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de planta _____ <input type="checkbox"/> Metrologo _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de control * _____ <input type="checkbox"/> Supervisor _____ _____ <input type="checkbox"/> Operador de caldera _____ _____	Ocupaciones		
_____ Masculino _____ Femenino _____	<input type="checkbox"/> Instrumentista _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de planta _____ <input type="checkbox"/> Metrologo _____ <input type="checkbox"/> Ingeniero de control * _____ <input type="checkbox"/> Supervisor _____ _____ <input type="checkbox"/> Operador de caldera _____ _____					
Ocupaciones						

ENTORNO ORGANIZACIONAL	
19	¿Qué tipo de productos se ofrecen en su empresa? <input type="checkbox"/> Bienes _____ <input type="checkbox"/> Servicios _____
20	¿Cuántos clientes atiende en promedio anualmente? _____
21	¿A cuáles gremios y/u organizaciones pertenece su empresa? <input type="checkbox"/> Ninguna <input type="checkbox"/> Isa <input type="checkbox"/> Acopi <input type="checkbox"/> IEEE <input type="checkbox"/> Cámara de comercio <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Asesel <input type="checkbox"/> Fenalco <input type="checkbox"/> Andi <input type="checkbox"/> Icontec <input type="checkbox"/> Otros _____ <input type="checkbox"/> _____
22	¿Considera usted que el sector de automatización e instrumentación, esta organizado? <input type="checkbox"/> Si ¿Como? _____ <input type="checkbox"/> No
23	¿Cuál sistema de gestión administrativa utiliza en su empresa? <input type="checkbox"/> Ninguno definido <input type="checkbox"/> Objetivos <input type="checkbox"/> Indicadores <input type="checkbox"/> Otras _____ <input type="checkbox"/> Tributario <input type="checkbox"/> Metas <input type="checkbox"/> Estratégica <input type="checkbox"/> _____
24	¿Cuáles son las políticas de pago que tiene con sus proveedores? <input type="checkbox"/> Contado <input type="checkbox"/> 30 días <input type="checkbox"/> 60 días <input type="checkbox"/> 90 días <input type="checkbox"/> Otra _____
25	¿Las relaciones comerciales con sus clientes las establece a través de? <input type="checkbox"/> Orden de compra <input type="checkbox"/> Licitaciones <input type="checkbox"/> Orden de trabajo <input type="checkbox"/> Por contrato <input type="checkbox"/> Otra _____
ENTORNO ECONOMICO	
26	¿Cuáles fueron las ventas del año 2005 y 2006? 2005 \$ _____ 2006 \$ _____
27	¿Cuánto importó en el 2006 y de que parte provienen sus importaciones? \$ _____
28	¿Cuánto exportó en el 2006 y cuáles son los principales destinos de sus exportaciones? \$ _____
29	¿Cuáles son las principales fuentes financieras de expansión? _____
30	¿Ha realizado algún tipo de acuerdo comercial o alianza estratégica con otra empresa? <input type="checkbox"/> Si ¿Cual? _____ <input type="checkbox"/> No
31	¿En el año 2007 cuanto invertirá en el mejoramiento de los procesos productivos de su empresa? \$ _____ <input type="checkbox"/> No
TENDENCIAS	
32	¿Cuáles cambios piensa realizar en la estructura de la empresa? <input type="checkbox"/> Automatizar procesos <input type="checkbox"/> Disponibilidad de tiempo <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Instrumentar procesos <input type="checkbox"/> Ampliar capacidad de producción <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Actualización tecnológica <input type="checkbox"/> ERP (Planeación de recursos) <input type="checkbox"/> _____
33	¿Cuáles cambios piensa realizar en los productos (bienes o servicios) que ofrece? <input type="checkbox"/> Imagen <input type="checkbox"/> Precio <input type="checkbox"/> Diversificación <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> Calidad <input type="checkbox"/> Cantidad <input type="checkbox"/> Valor agregado <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____

34	¿Cuáles cambios o tendencias piensa que se presentaran en el mercado?		
<input type="checkbox"/>	Desintermediación	<input type="checkbox"/>	Predominio asiático
<input type="checkbox"/>	Subcontratación	<input type="checkbox"/>	Mayor competencia (TLC)
<input type="checkbox"/>	Contratación llave en mano	<input type="checkbox"/>	_____
35	¿Cuáles cambios o tendencias piensa que se presentaran a nivel tecnológico?		
<input type="checkbox"/>	Uso de ethernet para control	<input type="checkbox"/>	Buses de campo
<input type="checkbox"/>	Uso de internet para control	<input type="checkbox"/>	Control jerárquico distribuido (MES/ERP)
<input type="checkbox"/>	Transmisión inalámbrica	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Transmisión satelital	<input type="checkbox"/>	_____
36	¿Cuáles cambios piensa que se presentaran a nivel normativo?		
<input type="checkbox"/>	Internacionalización	<input type="checkbox"/>	Unificación del sistema de medidas
<input type="checkbox"/>	Restricciones ambientalistas	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Restricciones políticas	<input type="checkbox"/>	_____
37	¿Cuáles cambios piensa que se presentaran a nivel ocupacional?		
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
38	¿Cuáles cambios piensa que se presentaran a nivel de capacitación y formación?		
<input type="checkbox"/>	Certificaciones internacionales	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Formación por competencias	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Formación virtual	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Nuevas titulaciones	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	Uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación	<input type="checkbox"/>	_____
39	¿Qué fuentes de información emplea usted para elegir sus tendencias de crecimiento?		
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	_____
¡Muchas Gracias por sus aportes a esta encuesta!			
Entrevista realizada por _____			
Comentarios del entrevistador:			

ANEXO 2

FORMULAS ESTADÍSTICAS

Muestreo Aleatorio Estratificado

$$n = \frac{\sum_{h=1}^k W_h \left(\frac{N_h P_h Q_h}{N_h - 1} \right)}{\left(\frac{e}{Z_{\alpha/2}} \right)^2 + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^k \frac{w_h (N_h P_h Q_h)}{N_h - 1}}$$

W_h : Peso de cada estrato h en la población.

w_h : Peso de la muestra en cada estrato dado por el investigador.

N_h : Número total de unidades en el estrato h.

P_h : Proporción poblacional de la característica de interés en el estrato h

$$Q_h = 1 - P_h$$

e : Error de estimación.

$Z_{\alpha/2}$: Nivel de confianza bajo la distribución normal estándar.

Promedio

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Varianza

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

ANEXO 3
CENTROS DE INVESTIGACIÓN

Definición de Centros de Investigaciones

COLCIENCIAS define los Centros de Investigaciones como "organizaciones formales dedicados a actividades de ciencia y tecnología, entre ellas la investigación y dan albergue a uno o más grupos. Dentro del Sistema de Investigación de la universidad son unidades de apoyo que tienen la función de dar soporte a la gestión administrativa de proyectos, grupos y líneas de investigación". Los centros están adscritos a la Vicerrectoría de Investigaciones²⁸.

Actualmente en Colombia no existen centros de investigación dedicados a acoger y financiar diferentes proyectos relacionados con la instrumentación y automatización de procesos, pero si existen a nivel nacional Grupos de Investigación en las Universidades que se dedican a crear proyectos de esta índole. A continuación relacionamos los diferentes grupos de investigación.

Grupo de Investigación en Control Industrial GICI

El grupo GICI esta soportado por docentes de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Valle. Desde 1980, en el anteriormente denominado Departamento de Electricidad, se han realizado proyectos de Investigación Profesoral en las diferentes áreas del conocimiento que formaban parte de la que en su momento se llamó línea de Investigación en Automatización de Procesos Industriales; en 1995 se creó el Grupo de Investigación en Aplicaciones Industriales del Control, trabajando principalmente en la Línea de Control de Procesos Industriales. Los factores fundamentales para la conformación del grupo han sido las temáticas de los sistemas electrónicos y el control automático que abarcan las especialidades de los integrantes y la necesidad e interés de hacer de la investigación aplicada, un aporte a la solución de los problemas de la industria Nacional e internacional.

Redes asociadas

Red Caldas, Red-CIC, Asociación Colombiana de Automática, Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos IEEE, sociedades de control automático, Medición e instrumentación, Electrónica industrial y Electrónica de potencia.

Coordinador: José Miguel Ramírez Scarpetta, Ph.D. Universidad del Valle²⁹.

Grupo de Investigación de Electrónica de Potencia, Automatización y Robótica GEPAR

Integrado por estudiantes, profesores y egresados. Maneja temas muy afines como son la electrónica de potencia, el acondicionamiento de señales, la automatización y la robótica.

²⁸ Pagina de la Universidad de Medellín. Investigación. Estructura Funcional. [http://www.udem.edu.co/UDEM/Investigación/Estructura funcional/centrosInv.htm#CIJ](http://www.udem.edu.co/UDEM/Investigación/Estructura%20funcional/centrosInv.htm#CIJ)

²⁹ Pagina de la Universidad del Valle. Facultad de ingeniería/ Escuela de ingeniería Eléctrica y Electrónica. <http://gici.univalle.edu.co/>

Coordinador del grupo de investigación GEPAR: Orlando Carrillo Perilla. Ingeniero Electrónico y profesor de tiempo completo. Asesores: Luís Alberto Osorio y David Stephen Fernández McCann³⁰.

Escuela Colombiana de Carreras Industriales

El Grupo de Investigación de Diseño, Manufactura y Automatización DIMA, surge como respuesta a la necesidad imperante de un proceso de reconversión productiva en la ciudad-región, respondiendo a los problemas de productividad y competitividad de la industria colombiana. Su objetivo es realizar proyectos y actividades de investigación tecnológica en el desarrollo de prototipos y productos aplicados a los procesos de diseño, manufactura y automatización con el fin de lograr la modernización y desarrollo tecnológico de la industria a nivel nacional. Además de buscar el vínculo institucional con gremios, asociaciones o federaciones de empresarios o industriales para el desarrollo de pasantías, prácticas empresariales y proyectos de grado asesorados por el grupo. Dentro de estas asociaciones se encuentran ASCUN, ACOFI, COLCIENCIAS, ANDI, ACOPI, FENALCO, SENA, DISTRITO CAPITAL, COLFUTURO, FEDEMÉTAL, etc.³¹

Instituto Tecnológico Metropolitano

En el Instituto Tecnológico Metropolitano los grupos de investigación pueden estar compuestos por docentes, investigadores de profesión, personal administrativo y/o estudiantes de pregrado y posgrado y que dediquen una parte de su tiempo a la investigación, docencia o extensión en temas coherentes con las áreas y líneas de investigación del grupo. Los grupos de investigación son los responsables de desarrollar las líneas de investigación del ITM mediante proyectos de investigación.

El ITM cuenta con 16 grupos de investigación, de los cuales 9 se encuentran inscritos en COLCIENCIAS. Los grupos Gestión Tecnológica –GT-, DAVINCI, GINVESTAP y CTS están reconocidos y clasificados por esta entidad en el año 2006. GINVESTAP es el grupo de Investigación en Automatización de Procesos, coordinado por José Leonardo Ramírez Echevarría. Reconocido y clasificado por COLCIENCIAS en Categoría C³².

GIAP Grupo de Investigación en Automatización y Producción

El GIAP es un Grupo que nació en la Universidad de los Andes y que está dedicado a el Control Avanzado, la Informática gráfica en ingeniería, la Informática Industrial, la Instrumentación, Modernización de maquinaria, los Sistemas de Producción y la Supervisión y Diagnóstico.

³⁰ Pagina de los Grupos de Investigación de ingeniería Electrónica de la Universidad de Antioquia. <http://electronica.udea.edu.co/integrantes/invest.htm>

³¹ Pagina de la Escuela colombiana de Carreras industriales. Humanismos y tecnología para el tercer milenio. Grupo de Investigación de Diseño, Manufactura y Automatización. http://www.ecci.edu.co/main/index.php?option=com_content&task=view&id=139&Itemid=154&lang=es

³² Pagina del Instituto Tecnológico Metropolitano. Grupos de Investigación. http://www.itm.edu.co/InfoAcademica/Info_Investigacion/Proyectos_Inves/Proyectos_Inves.html#

Proyectos

- Actualización del ROBOT ANDES-I
- Actualización del sistema de adquisición para medición de arco
- Asistencia a la conducción de una silla de rueda
- Automatización de Fumigación en Cultivos de Flores en Invernadero
- Automatización del sistema de dosificación de coagulantes en la planta Wiesner EAAB
- Control automático de reactores anaerobios para el tratamiento de aguas industriales residuales
- Desarrollo de un paquete (software) para la clasificación de sistemas
- Diseño Control y Programación de Robots para aplicaciones especiales
- ECOS NORD
- Grupo de Potencia y Control: Desarrollo del control de un inversor utilizando DSP
- Metodologías activas para la formación de ingenieros
- modelamiento del diámetro final de las arterias después de un Modelaje Geométrico de las Arterias (FCI-Colciencias)
- Modelos Virtuales de Ambientes Robotizados y de Automatización
- Planification de Mouvements avec prise en compte explicite des Incertitudes Géométriques
- Programa de cooperación PCP con el gobierno francés. Automatización para la industria agro-alimentaria
- Programa PCP de cooperación con el gobierno francés. Automatización Industrial
- Propuesta de Robótica y Automatización Industrial
- Proyecto línea formación recursos humanos
- Proyecto línea robótica
- Robótica Móvil sistema detector de minas basado en fusión sensorial
- Specification et conception de microsystemes bases sur des circuits asynchrones
- Técnicas de Teleoperación de Robots
- Tesis Doctoral Uniandes - EMN en Sistemas Híbridos³³

El Grupo de Automatización Industrial y Control GAICO

El Grupo de Automatización Industrial y Control GAICO es un grupo de investigación asociado al Departamento de Ingenierías Eléctrica y Electrónica de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Este está fundamentado en las actividades de desarrollo en cuanto a apoyo y consultoría al sector industrial de la región en los temas de interés del grupo. Uno de los principales intereses del grupo es el acompañamiento científico a las empresas industriales de la región con el objetivo de hacer socialización del conocimiento científico y a su vez para obtener retroalimentación de las necesidades presentes en la industria, y del estado actual de las tecnologías de interés utilizadas en la región. El desarrollo de investigación en modelamiento y control de sistemas complejos es el impulsor del grupo de investigación. El grupo focaliza sus esfuerzos en apropiar y desarrollar aspectos teóricos que permitan abordar problemas de control en sistemas complejos que tienen potencial aplicación a nivel industrial colombiano³⁴.

³³ Página de la Universidad de los Andes. <http://investigaciones.uniandes.edu.co/pdf/112GIAP.pdf>

³⁴ Página de la Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena de Indias. Investigaciones. <http://investigaciones.unitecnologica.edu.co/grupos/dpm>

Grupo de investigación DIPROM (Grupo de investigación, diseño y procesos de manufactura)

Este grupo fue creado hace siete años en la Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB) con la finalidad de establecer un vínculo permanente entre la academia y el sector productivo de las empresas de la región caribe y el país en general, y de esa forma fortalecer la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico y científico, como parte del logro de la visión y misión de la institución. Tiene como objetivos realizar actividades de investigación aplicada en las empresas de la región caribe y el país en general para contribuir al desarrollo tecnológico y competitividad de las mismas, a través del estudio y análisis de las técnicas y teorías más recientes en el diseño de equipos y productos y de la automatización de los sistemas de producción. Así como también apoyar el desarrollo profesional de las empresas de la región caribe y el país en general mediante programas de capacitación de recursos humanos en las áreas del diseño de máquinas y la automatización de los procesos de fabricación³⁵.

Grupo de Investigación en Automatización y Control GIAC

El grupo GIAC avalado por la Universidad Francisco de Paula Santander de la ciudad de Cúcuta pertenece al programa nacional de ciencia y tecnología inscrito en COLCIENCIAS en las áreas de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática además de dedicarse al desarrollo Tecnológico industrial y la calidad. Su coordinador líder es José Armando Becerra Vargas.

Proyectos del grupo

- Automatización de proceso por medio de PLC, para secado de material de arcilla.
- Automatización de un sistema de dosificación y empaque de grano
- Automatización del proceso de cocción de porcelana sanitaria en la empresa CEDECOR LTDA.
- Automatización del proceso industrial de la empresa productos minerales Ltda., por medio de un controlador lógico programable (PLC)
- Construcción de un módulo reproductor de MP3's mediante el uso del integrado VS1001K, una unidad de CDROM y un microcontrolador
- Diseño e implementación de un sistema de control electrónico que permita la captura y el análisis de la información generada en los sistemas de filtración para la industria petrolera, elaborados por la empresa tecnofiltración Ltda. durante la realización
- Diseño curricular del programa Técnico Profesional en Subestaciones
- Diseño de cursos cortos para el SENA Regional Norte de Santander Centro Núcleo CAIM
- Diseño de un controlador difuso para el proceso de secado de la línea monserrate para la empresa cerámica andina Ltda., ubicada en el corregimiento de cornejo departamento Norte de Santander
- Diseño de un sistema de monitoreo y control de un set moto compresor en la planta de APIAY, ECOPEPETROL Villavicencio
- Diseño e implementación de un sistema de adquisición y control de temperatura en hornos colmena empleando combustible no convencional tipo CCTA, en la ladrillera Casablanca Norte de Santander

³⁵ Pagina Universidad Tecnológica de Bolívar. Cartagena de Indias. Investigaciones. <http://investigaciones.unitecnologica.edu.co/grupos/dpm>

- Diseño e implementación de un sistema de adquisición y control de temperatura en hornos colmena empleando combustible no convencional tipo CCTA, en la ladrillera Casablanca Norte de Santander. (Proyecto de Cofinanciación COLCIENCIAS)
- Diseño e implementación de un sistema de control domótico
- Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto para las unidades rectificadoras de protección catódica de la estación de paso Río-Zulia ubicada en el corregimiento de Oripaya Norte de Santander
- Diseño e implementación de una tarjeta entrenadora para FPGA con aplicaciones prácticas para el laboratorio de Microelectrónica de la UFPS
- Diseño e implementación del sistema de control para la optimización de las tareas de corte de material y alimentación a los carros de transporte en el proceso de extrusión de la línea monserrate, para la empresa cerámica andina en el municipio de
- Diseño y Construcción de Control Electrónico digital para valla publicitaria navideña.
- Diseño y construcción de un banco didáctico de control de velocidad y torque para motores trifásicos asíncronos implementando la etapa de control en un altivar serie 452 de telemecanique
- Diseño y montaje de un sistema automático de iluminación de emergencia para los laboratorios de electricidad y electrónica de la UFPS
- Estudio de métodos de inteligencia artificial y desarrollo de códigos y aplicativos en matlab para el modelamiento de sistemas basados en árboles de decisión, lógica difusa y redes neuronales
- Evaluación del control de las tareas de corte de material y alimentación de los carros de transporte en el proceso de extrusión de la línea monserrate para la empresa cerámica andina Ltda. ubicada en el corregimiento de cornejo norte de Santander
- Implementación de un sistema modular didáctico para la simulación de procesos industriales en la UFPS.
- Implementación del modelo matemático para el sistema de control y supervisión de una incubadora para aves
- Implementación del modelo matemático para el sistema de supervisión y control de una incubadora para aves
- Pasantía para el seguimiento, programación y automatización por medio de pantallas touch screen HMI-520M y controlador lógico programable (PLC) twido Telemecanique en la supervisión y control de 12 mezcladoras industriales de la empresa QUALA S.A.
- Rediseño de los programas para los PLC marca Shilin
- Rediseño del programa CAP Electricista de redes aéreas de distribución
- Score-Bowling Diseño e implementación de un prototipo electrónico para calcular automáticamente la puntuación de un juego de Bowling³⁶

Grupo de Automatización, Instrumentación y Control

En la Universidad Pontificia Bolivariana de la ciudad de Bucaramanga, se creo el Grupo de Automatización, Instrumentación y Control en el año 2002 liderado por Héctor Pérez Rodríguez y cuyas líneas de investigación son el Control y la Robótica. Inscrito en COLCIENCIAS en el programa nacional de ciencia y tecnología en las áreas de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática.

Sector de aplicación

³⁶ Pagina de Colciencias. Grupos de Automatización. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/EnGrupoInvestigacion/xmlInfo.do;jsessionid=0150AB1171FC6C0631DA7890FF26D7E0?nro_id_grupo=0115304EPFXNWG

- Actividades en el campo de las nanotecnologías y desarrollo de nanoproductos
- Desarrollo de productos tecnológicos para la salud humana
- Educación
- Fabricación de máquinas con componentes de mecánica de precisión
- Fabricación de máquinas, aparatos y equipos de sistemas electrónicos dedicados a la automatización industrial y control del proceso productivo³⁷.

Grupo de Automatización y Control

El grupo de Automatización y Control creado en el año de 1999, esta avalado por la Universidad de Pamplona en COLCIENCIAS en el programa nacional de ciencia y tecnología. Actualmente liderado por Aldo Pardo García y cuyas líneas de investigación son control y automatización industrial, desarrollo energético, detección y diagnóstico de fallas, medios tecnológicos para la enseñanza, sistemas de percepción y sistemas mecatrónicos.

Sector de aplicación

- Educación
- Fabricación de máquinas, aparatos y materiales eléctricos
- Industria Electro-Electrónica³⁸

Grupo Especializado en Control e Ingeniería de Automatización - GRECIA

El grupo GRECIA fue creado en el año de 1995, esta avalado por la Universidad de Ibagué – Coruniversitaria, liderado por Oscar Barrero Mendoza inscrito en COLCIENCIAS en el programa nacional de ciencia y tecnología. Las líneas de investigación declaradas por el grupo son: Control inteligente aplicado a procesos y el Control predictivo aplicado a control de procesos

Sector de aplicación

- Captación, tratamiento y distribución de agua, limpieza urbana, aguas residuales y actividades conexas
- Desarrollo de programas (software) y prestación de servicios en informática
- Fabricación de material electrónico y de aparatos y equipos de comunicación
- Fabricación de productos químicos
- Fabricación de productos textiles, celulosa, papel y productos de papel
- Productos y procesos biotecnológicos³⁹

³⁷ Pagina de Colciencias. Grupos de Automatización. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/EnGrupoInvestigacion/xmlInfo.do?nro_id_grupo=0158304G8354XJ

³⁸ Pagina de Colciencias. Grupos de Investigación. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/EnGrupoInvestigacion/mlInfo.do?nro_id_grupo=0129304ABE97VO

³⁹ Pagina de Colciencias. Grupos de Investigación. http://scienti.colciencias.gov.co:8081/digicyt.war/search/EnGrupoInvestigacion/xmlInfo.do?nro_id_grupo=6290305KW5R6Q2

Grupo de Trabajo en Nuevas tecnologías de Diseño y Manufactura-Automatización

Este grupo fue creado en la Universidad Nacional de Colombia en el año de 1998, en la ciudad de Bogotá, actualmente liderado por Ernesto Córdoba Nieto. Inscrito en COLCIENCIAS en el programa nacional de ciencia y tecnología. Sus líneas de investigación son la Manufactura Flexible, Manufactura Virtual y el prototipado rápido.

Sector de aplicación

- Desarrollo de programas (software)
- Educación
- Fabricación de máquinas con componentes de mecánica de precisión
- Fabricación de otros aparatos e instrumentos de medida, test y control, excepto equipos para control de procesos industriales
- Fabricación de productos cerámicos

Control y Mecatrónica

El grupo Control y Mecatrónica está avalado por la Universidad Autónoma de Bucaramanga y pertenece al programa nacional de ciencia y tecnología inscrito en COLCIENCIAS en las áreas de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. Su coordinador líder es Antonio Faustino Muñoz y sus líneas de investigación son la automatización y el control y la mecatrónica.

Universidad Tecnológica De Pereira

El grupo de Control e Instrumentación de la Universidad Tecnológica de Pereira surgió en el año de 1999. En sus años de existencia ha consolidado cuatro líneas de investigación en las siguientes áreas:

- Control
- Instrumentación y medidas
- Electrónica de Potencia
- Bioingeniería y tratamiento digital de señales

El grupo ha generado conocimiento en diferentes sectores de aplicación, entre ellos:

- Educación. En la formación de profesionales a nivel de pregrado y postgrado.
- Fabricación de máquinas, aparatos y equipos de sistemas electrónicos dedicados a la automatización industrial y control del proceso productivo.
- Fabricación de máquinas, aparatos y materiales eléctricos.
- Fabricación de instrumentos de medida, test y control de directa aplicación industrial.
- Diagnóstico de enfermedades neurodegenerativas.

Busca actualmente la mejora de los recursos informáticos, medios de producción electrónicos tendientes a elaborar sistemas de control e instrumentación en sus procesos, en todas las áreas donde puedan ser aplicadas estas técnicas, y fortalecer la investigación con la creación, asimilación y adaptación de tecnologías aplicadas a la solución de problemas relacionados con el control y la instrumentación para todo tipo de problemas en bien de nuestro país y en general de nuestra sociedad⁴⁰.

Grupo De Robótica – Universidad Del Norte - Barranquilla

El trabajo del grupo está enfocado a estudiar, investigar, desarrollar y aplicar soluciones en la automatización de equipos y sistemas productivos, valiéndose de técnicas avanzadas en sistemas sensoriales artificiales, máquinas de control numérico, PLC's, Microcontroladores, microprocesadores, plataformas informáticas y Robótica, tanto fija como móvil. Su área de investigación y desarrollo es la Robótica.

Se están desarrollando, en su fase final, una plataforma autónoma para integración y fusión sensorial, de aplicación académico-investigativa, de modo que se puedan probar diversos algoritmos de navegación, búsqueda, detección y otras tareas relevantes.

La presente línea de investigación esta orientada hacia el diseño e implementación de diferentes estructuras de control inteligente para sistemas de manufactura y ensamblaje mediante la utilización de técnicas meta-heurísticas de optimización y búsqueda. Es de interés del grupo de investigación formular modelos de control y aprendizaje en línea y fuera de línea, basados en los resultados que las técnicas propuestas arrojen durante su implementación.

El trabajo del grupo está enfocado a estudiar, investigar, desarrollar y aplicar soluciones en la automatización de equipos y sistemas productivos, valiéndose de técnicas avanzadas de planificación, máquinas de control numérico, PLC's, Microcontroladores y Robótica fija

El grupo ha desarrollado y está desarrollando varios proyectos de universidad-empresa, de los cuales algunos ya están en fase productiva, otros en evaluación comercial y los demás en etapas de diseño⁴¹.

Grupo De investigación control y Mecatrónica

La proyección del grupo de investigación en Control y Mecatrónica se inicia con la Línea de automatización y control el año 2003 adscrito a la Facultad de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, como parte de las investigaciones del Grupo de

⁴⁰ Pagina de GIC Universidad Tecnológica de Pereira. Junio de 2007. <http://ohm.utp.edu.co/GCI/index.html>

⁴¹ Pagina de la Universidad del Norte. Año 2005. Barranquilla.

Investigación Tecnologías de la información, certificado por Colciencias, con categoría C, del Laboratorio de Cómputo Especializado.

Actualmente, un Grupo de Investigación de nueva creación en Control y Mecatrónica está relacionado fundamentalmente con áreas de investigación tales como: control avanzado de procesos tecnológicos, automatización de procesos industriales e instrumentación, control inteligente, sistemas de medición y control por computadora, sistemas informativos de producción, tecnologías de inteligencia artificial, mecatrónica, biomecatrónica.⁴²

Grupo de Investigación en Automática y Diseño A+D

El Grupo de Automática y Diseño A+D, es un grupo multidisciplinar reconocido por Colciencias (COL0007767) en categoría A. Adelanta labores de investigación aplicada, docencia y consultoría en las líneas de Automatización, Teoría del Control, Mecatrónica, Teoría de Mecanismos y Diseño Mecánico.

A+D nació en julio de 2002, a partir de la fusión de dos grupos de investigación igualmente reconocidos por Colciencias:

- Grupo de Investigación en Automática (GRIAL) de la facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, nacido en 1996.
- Grupo de Investigación en Diseño Mecánico y Control (VISOR) de la facultad de Ingeniería Mecánica, que venía trabajando desde 1993.

En el 2005, el Grupo recibió del Icontec el Certificado de Gestión de Calidad ISO 9001:2000, en los procesos de investigación, consultoría y capacitación. Su coordinador es Luís Benigno Gutiérrez Zea y las líneas de investigación en las que trabajan son la Automatización, Diseño Mecánico, Mecatrónica, Teoría de Mecanismos y Teoría del Control⁴³.

Laboratorio De Automatización Y Control; Semillero De Investigación

Este grupo fue creado hace 2 años, actualmente, cuenta con proyectos como un satélite didáctico, una esfera celeste y una valla electrónica. La posibilidad de investigar y descubrir nuevas formas de hacer las cosas es una realidad en la universidad para los estudiantes de Ingeniería Industrial y de Sistemas. En el participan: el Ingeniero Iván Luna, encargado del desarrollo del pico satélite didáctico; el Ingeniero Electrónico Eduardo Ramírez, principal encargado del laboratorio de Automatización y fundador del grupo de investigación y el Ingeniero Industrial Alejandro Campuzano, apoyó desde el principio los proyectos de investigación que se llevaban a cabo a cargo del ing. Ramírez y asignó el salón en el que están actualmente.

⁴² Pagina de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. http://caribdis.unab.edu.co/pls/portal/PORTAL.www_media.show?p_id=267309&p_settingssetid=1&p_settingssiteid=233&p_siteid=233&p_type=basetext&p_textid=267310

⁴³ Pagina de la Universidad Pontificia Bolivariana. Investigación: Cidi: Grupos de Investigación: Ingenierías y Tecnologías

A continuación hay algunas de las propuestas por desarrollar:

- Grúa Robótica, cuyo valor es de \$ 1.240.000
- Semaforización de la calle 74 con carrera 15: \$1.504.000
- Automatización y control de un puente levadizo: \$1.272.000
- Automatización y control para la apertura de un garaje: \$1.328.000⁴⁴

Proyectos de investigación de ingeniería Mecánica

Automatización Industrial Hacia El Control De Calidad De Engranajes
Modelamiento geométrico y cinemático de la generación de engranajes cilíndricos de dientes externos.

Programa De Investigación Para El Diseño, Desarrollo Y Construcción De Dispositivos Modulares Para Maquinas Herramientas Cnc Y Convencionales

Reordenamiento del entorno tecnológico de las máquinas herramientas en Colombia a fin de elevar la productividad y disminuir los tiempos de aislamiento tecnológico.

Mesa Posicionadora Para Procesos Metalmeccanicos

Establecer un programa de automatización industrial que responda a las necesidades tecnológicas de la industria nacional, de tal manera que la Universidad Nacional y el Sena, colaboren con el aumento de la capacidad competitiva tecnológica del país⁴⁵.

Página de la Universidad Nacional de Colombia. Departamento de ingeniería Mecánica y Mecatrónica. Proyectos de investigación de ingeniería Mecánica

Grupo de Investigación en Robótica y Automatización.

Este grupo tiene como reto producir sistemas autónomos automáticos con capacidades análogas a las del ser humano, en términos de motricidad, percepción y razonamiento. Así como también desarrollar automatismos y dispositivos autónomos de dimensiones nanométricas que conduzcan a la manipulación directa e intencionada de la materia al nivel atómico para la construcción mecánica de estructuras moleculares 3dimensionales. Creado en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali en el año de 1995 y cuyo líder principal es Andrés Jaramillo Botero.

El principal foco investigativo del grupo se centra en el descubrimiento y/o la comprensión fundamental de los procesos físicos y mentales inherentes al ser humano. De particular relevancia se consideran los mecanismos de percepción (de cuál se deriva el razonamiento), motricidad y su integración mediante elementos de comunicación con exigencias de tiempo real. La representación de estos mecanismos mediante modelos formales y su aplicación en múltiples contextos útiles en el

⁴⁴ Página de la Universidad Sergio Arboleda. Escuela De Ingeniería. 2006. Bogotá.

⁴⁵ Página de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica. Proyectos de Investigación. http://www.ing.unal.edu.co/progsfac/mecanica_mecatronica/docs/investigacion/lineas.html

mejoramiento de la calidad de vida humana/animal/vegetal a través de sistemas artificiales de base híbrida (electrónica, computación, mecatrónica) representa el reto tecnológico del grupo.

El plan de trabajo del grupo busca desarrollar competencias en: Análisis de procesos; Especificación formal de soluciones; Modelado; Técnicas de simulación; Adecuación y Procesamiento de Señales; Teoría de Control y Supervisión; Diseño de Actuadores y sensores; Co-diseño hardware/software; Verificación formal y pruebas; y Métodos formales de validación. Además de precisar el foco científico del grupo en las áreas de: automatización de procesos mediante técnicas bioinspiradas y robótica de manipuladores y sistemas autónomos de alto rendimiento y con capacidad perceptil⁴⁶.

Grupos de investigación que participan en la Asociación Colombiana de Automatización (ACA)

- Grupo Sistemas de Control Digital (A), Eafit - Medellín.
- Grupo de Investigación en Control Industrial (B), Univalle - Cali.
- Grupo de Automática de la Universidad Nacional (A) - GAUNAL Medellín.
- Grupo de Automática y Robótica - GAR (A), PUJ - Cali.
- Grupo de Investigación en Automática (B) - U. Autónoma Manizales.
- Grupo de Automática y diseño A + D. (B), UPB, Medellín.
- Grupo de Percepción y Control, Electrónica de Potencia y Gestión de la Innovación, (C) PUJ-Bogotá.
- Grupo de Trabajo en Nuevas Tecnologías de Diseño y Manufactura-Automatización (A), U. Nacional, Bogotá.
- Grupo de Automática Industrial (B), U. del Cauca, Popayán.
- Grupo de Investigación en Control e Instrumentación, UTP, Pereira.
- Grupo de Investigación en Percepción y Sistemas Inteligentes, Univalle, Cali.

Red internacional de control automático⁴⁷

- Grupo de Automatización y Control (GA&C), perteneciente al Instituto de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Aplicadas IIDTA (Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia)
- GIP. Grupo de Investigación en Ingeniería de Producción (Universidad EAFIT, Medellín, Colombia)
- CIAP Centro de investigación en automatización y producción. (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia)
- Instrumentación y control de procesos industriales (Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina)
- Grupo de Sistemas de Control Digital (Universidad EAFIT, Medellín, Colombia)
- Grupo de investigación en Mecatrónica (Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia)

⁴⁶ Science and Technology National Program: Electronics, informatics and Telecommunications. Institution: Pontificia Universidad Javeriana de Cali.

⁴⁷ Grupo de Investigación. http://www.control-automatico.net/htm/ca_rec_iac_gru.htm

- Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Reconocimiento de Patrones e Informática Educativa. (Universidad Nacional, Sede de Medellín, Medellín)
- Grupo de Automatización Industrial. (Corporación Universitaria de Ibagué, Ibagué, Colombia)
- Grupo GRIAL (Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia)
- GINECA - Grupo de investigación en nuevas estrategias de control aplicadas (Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela)
- Grupo GRIBOT de robótica (Medellín, Colombia)
- Grupo de Investigación en Control Industrial (Universidad del Valle, Cali, Colombia)
- Laboratorio de Investigación en Procesamiento de Señales e Imágenes y Redes Neuronales (LIPSIRN). (Facultad de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires y CONICET, Argentina)