

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE
ACCESORIOS DE GAS EN PENAGOS HERMANOS & CÍA. LTDA**

**OMAR ANDRÉS BALLESTEROS GUERRERO
MARÍA FERNANDA VILLABONA SILVA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2009



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE
ACCESORIOS DE GAS EN PENAGOS HERMANOS & CÍA. LTDA**

**OMAR ANDRÉS BALLESTEROS GUERRERO
MARÍA FERNANDA VILLABONA SILVA**

Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Industrial

Director
**JUAN BENJAMIN DUARTE DUARTE
INGENIERO INDUSTRIAL**

Tutora
**CLAUDIA MARCELA GÓMEZ SARMIENTO
INGENIERA INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2009

DEDICATORIA

Con especial agrado dedico la obtención de esta meta,

*A Dios y a la Santísima Virgen María Auxiliadora
Por sus infinitas bendiciones y estar a mi lado en todo momento.*

*A mis padres Omar y Gizela
Mi motivo de orgullo e inspiración, por su infinito amor,
Sacrificio y apoyo incondicional en el trayecto de mi vida,
Porque gracias a ellos soy quien soy hoy en día.*

*A mis hermanitas Gissell y Shirley
Por ser fuentes de inspiración para lograr esta meta.*

*A mis abuelitas Mercedes (B. E. D. D.) y María
Por estar siempre pendientes de mí, cuidarme y amarme.*

*A toda mi familia
Por creer en mí, por su amor, comprensión
Y apoyo en todas las etapas de mi vida*

A Laura por creer en mí.

*A todos mis maestros
Por formarme y ser fuente de enseñanza.*

A todos mis amigos y amigas por las alegrías vividas.

OMAR ANDRES BALLESTEROS GUERRERO

DEDICATORIA

A Dios y a la Santísima Virgen por brindarme tantas oportunidades, por darme mi familia, mis amigos y cada uno de las cosas buenas y malas de la vida, por iluminarme el camino, acompañarme a recorrerlo y nunca dejar que lo abandone.

A mis padres y mi hermana, Cristian, Gloria y Paula, por su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por el amor que me entregan día a día y por los sacrificios realizados para poder culminar esta etapa de mi vida. Esto es un logro más de ellos, es nuestro logro, LOS AMO.

A mis abuelitos y tía Esperanza (Q. E. D. D) pues estoy segura que en estos momentos se sentirían orgullosos y felices, por darme amor y formar los padres que tanto amo.

A Diego Urbina y Guillermo Cardozo por su amistad incondicional y por ser parte fundamental en el desarrollo y obtención de esta meta.

MARIA FERNANDA VILLABONA SILVA

AGRADECIMIENTOS

A los profesores de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por compartir sus conocimientos y formarnos profesionalmente.

Al Ing. Reynaldo Carvajal, Ing. Claudia Marcela Gómez y Jesús Rangel por la oportunidad y confianza brindada, por las experiencias vividas durante el desarrollo del proyecto y a todo el personal de PENAGOS HERMANOS por la colaboración y ayuda en todos los aspectos relacionados con el mismo y de esta manera terminarlo con éxito.

A los Ing. Fabio González y Ramón Silva por la asesoría brindada.

A todos nuestros amigos: Chachis, Andrés Camilo, Aleja, Diego Ja, Karen, Diego Urbina, Laura Andrade, Diego García, Pache, Memo, Leidy Serrano, Pipe Sarmiento, Anama, Diego Contreras, Paola Rangel, Carolina Martínez, Sttefy Rey, Adid Bello; por su apoyo, ayuda, comprensión y cariño durante la carrera, esperando que nunca cambie la amistad que nos une.

A nuestro director de proyecto Ing. Juan Benjamín Duarte Duarte por la confianza ofrecida y por los invaluable aportes realizados.

TABLA DE CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES DE PROYECTO	3
1.1. TÍTULO	3
1.2. MODALIDAD	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.5. ALCANCE	6
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	8
2.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR	8
2.2. PERFIL DE LA EMPRESA	9
2.2.1. Distribuidores nacionales.	10
2.2.2. Distribuidores internacionales.	10
2.2.3. Clientes	10
2.3. RESEÑA HISTÓRICA	11
2.4. MISIÓN	13
2.5. VISIÓN	13
2.6. POLÍTICA INTEGRAL DE GESTIÓN	14
2.7. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL	14
2.8. MAPA DE PROCESOS	15
2.9. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	16
2.9.1. Número De Empleados.	16
2.9.2. Organigrama.	16
2.10. CATÁLOGO DE PRODUCTOS	18
3. MARCO TEÓRICO	19

3.1.	FILOSOFÍA JUST IN TIME (JIT)	19
3.2.	FILOSOFÍA KAIZEN	20
3.2.1.	Análisis de despilfarros.	21
3.2.2.	Estrategia de las 5S's	22
3.3.	TEORÍA DE RESTRICCIONES	24
3.4.	VALUE STREAM MAPPING (VSM)	26
3.5.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	29
3.5.1.	Tipos de distribución en planta	29
3.6.	ESTUDIO DE TIEMPOS	31
3.7.	GERENCIA VISUAL	33
4.	DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	35
4.1.	TIPO DE PRODUCCIÓN	36
4.2.	MATERIA PRIMA UTILIZADA.....	37
4.3.	MAQUINARIA UTILIZADA.....	38
4.4.	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.....	38
4.4.1.	Mecanizado.....	39
4.4.2.	Metalistería.....	39
4.4.3.	Pintura.....	39
4.4.4.	Ensamble.....	40
4.5.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....	40
4.6.	ANÁLISIS DE DESPILFARROS	41
4.7.	ANÁLISIS DE LAS 5 S's.....	42
5.	DIAGNÓSTICO LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS	46
5.1.	MATERIA PRIMA UTILIZADA.....	46
5.2.	MAQUINARIA	47
5.3.	CLIENTES.....	47
5.4.	COMPETENCIA	48
5.5.	DIAGRAMAS DE ANÁLISIS GENERAL.....	48
5.5.1.	Diagrama de flujo	48
5.5.2.	Diagrama de recorrido.....	48

5.6.	ANÁLISIS DE TIEMPOS.....	49
5.7.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA	52
5.8.	VALUE STREAM MAPPING (VSM).....	55
5.8.1.	Elección de una familia de productos y recolección de los datos necesarios en la Línea de Gas.	55
5.8.2.	Mapeo de la situación inicial.....	56
6.	OPCIONES DE MEJORA.....	69
6.1.	ESTADO FUTURO	69
7.	IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PLANTEADAS	77
7.1.	JORNADA KAIZEN ZONA PINTURA ELECTROSTÁTICA	77
7.2.	IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE GAS	84
7.2.1.	Realizar redistribución de planta de la línea de gas.....	84
7.2.2.	Mejorar el flujo continuo dentro de la celda de espigos (toboganes).....	90
7.2.3.	Jornada Kaizen en la Línea de Gas.	91
7.2.4.	Creación de una bodega de producto terminado.....	98
7.2.5.	Realización de jornada Kaizen en diferentes áreas de la planta.....	99
7.2.6.	Herramienta propia de la Línea de Gas.....	107
7.2.7.	Redistribución del proceso de galvanizado.	108
7.2.8.	Uso de la materia prima en forma FIFO y nueva zona de almacenamiento	109
7.2.9.	Elaboración de carros para el transporte de viruta y producto en proceso	110
7.2.10.	Capacitación sobre calidad y su importancia.....	111
7.2.11.	Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria	111
7.2.12.	Disminución de los tiempos de alistamiento.....	112
7.2.13.	Crear sistema de indicadores.....	115
7.2.14.	Entrada de la planta.....	117
7.2.15.	Revisión de los formatos.....	118
7.2.16.	Programación adecuada de la producción en C.N.C.	118
7.2.17.	Cultura de mantenimiento autónomo.	118
7.2.18.	Realizar un plan de capacitación a los empleados para mantener en ellos la cultura de las 5S's.....	119
7.2.19.	Menor flujo de información.	119

8.	SIMULACIÓN	121
8.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN	121
8.1.1.	Elementos de PROMODEL	123
8.2.	MODELO 1.....	123
8.3.	MODELOS REALES.....	125
9.	ANÁLISIS FINANCIERO	128
9.1.	EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN	128
9.2.	PRODUCTIVIDAD	133
10.	CONCLUSIONES	137
11.	RECOMENDACIONES	140
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	141

LISTA DE ILUSTRACIONES

pág.

<i>Ilustración 1. PENAGOS HERMANOS en el mundo.....</i>	<i>10</i>
<i>Ilustración 2. Mapa de procesos PENAGOS HERMANOS.....</i>	<i>16</i>
<i>Ilustración 3. Estructura Organizacional PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda. ...</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 4. Factores claves en el desarrollo del Kaizen.</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 5. Indicadores.</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 6. Gestión verbal vs. Gestión visual.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 7. Organigrama departamento de producción.</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 8. Proceso productivo.</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 9. Diagrama de red de las 5S's.....</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 10. Diagrama de Pareto para la línea de accesorio de gas</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 11. Value Stream Mapping inicial.</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 12. Inventario en proceso</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 13. Diagrama de red de las 5S's.....</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 14. Value Stream Mapping actual con las pérdidas encontradas</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 15. Value Stream Mapping futuro</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 16. Value Stream Mapping futuro con mejoras realizadas</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 17. Diagrama de red zona pintura</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 18. Arreglo de piso y laboratorio</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 19. Zona pintura antes de la jornada</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 20. Zona pintura después de la jornada</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 21. Diagrama de red después de jornada Kaizen.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 22. Diagrama de relaciones Línea de Gas PENAGOS HERMANOS ...</i>	<i>88</i>
<i>Ilustración 23. Celda de espigos.....</i>	<i>91</i>
<i>Ilustración 24. Antigua zona de bodega.</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 25. Zona ensamble antes de la jornada.....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 26. Proceso de adecuación de la zona de ensamble</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 27. Antes y después del proceso de pintura de curvas</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 28. Nueva zona de ensamble</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 29. Línea de gas antes de la jornada.....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 30. Línea de gas después de la jornada.....</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 31. Diagrama de red 5S's después de jornada Kaizen Línea de Gas ..</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 32. Ubicación del plasma en la unidad de apoyo.</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 33. Diagrama de red zona plasma.....</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 34. Área zona de plasma antes</i>	<i>102</i>

<i>Ilustración 35. Zona plasma después de la jornada Kaizen (actual)</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 36. Diagrama de red evaluación jornada Kaizen plasma.....</i>	<i>103</i>
<i>Ilustración 37. Ensamble café antes de la jornada.....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 38. Cuarto de herramientas y dispositivos zona Ensamble café</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 39. Zona Ensamble café después de jornada</i>	<i>106</i>
<i>Ilustración 40. C.N.C antes de la mini jornada</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 41. C.N.C después de la mini jornada</i>	<i>107</i>
<i>Ilustración 42. Caja de herramientas</i>	<i>108</i>
<i>Ilustración 43. Antes y después</i>	<i>110</i>
<i>Ilustración 44. Carro de producto en proceso y viruta.....</i>	<i>111</i>
<i>Ilustración 45. Diagrama de Pareto de los tiempos de alistamiento.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 46. Tiempos de alistamiento</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 47. Indicadores de gestión.....</i>	<i>115</i>
<i>Ilustración 48. Gerencia visual talento humano</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 49. Lista de chequeo de mantenimiento autónomo</i>	<i>119</i>
<i>Ilustración 50. Flujos de dinero esperados</i>	<i>133</i>
<i>Ilustración 51. Productividad de Marzo a Septiembre de 2009</i>	<i>135</i>

LISTA DE TABLAS

pág.

<i>Tabla 1. Perfil PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.</i>	9
<i>Tabla 2. Lista de productos PENAGOS HERMANOS</i>	18
<i>Tabla 3. Número de empleados en producción.</i>	36
<i>Tabla 4. Puntajes obtenidos análisis de 5S's</i>	43
<i>Tabla 5. Resumen de diagramas de flujo y de recorrido</i>	49
<i>Tabla 6. Jornada laboral</i>	50
<i>Tabla 7. Resumen de tiempos tipo</i>	51
<i>Tabla 8. Capacidad instalada mensual en los centros de trabajo</i>	54
<i>Tabla 9. Tabla de demanda promedio mensual proyectada para el año 2.009.</i>	55
<i>Tabla 10. Puntajes obtenidos análisis de 5S's</i>	65
<i>Tabla 11. Oportunidades de mejora encontradas.</i>	69
<i>Tabla 12. Tabla de criterios</i>	74
<i>Tabla 13. Tabla de ponderaciones de las mejoras</i>	75
<i>Tabla 14. Resultado de lista de chequeo 5S's zona pintura</i>	78
<i>Tabla 15. Mejoras del proceso</i>	82
<i>Tabla 16. Comparación antes-después jornada Kaizen</i>	83
<i>Tabla 17. Escala de relaciones de proximidad utilizada</i>	86
<i>Tabla 18. Evaluación de los diseños</i>	89
<i>Tabla 19. Resumen de diagramas de flujo y recorrido de la nueva distribución</i>	89
<i>Tabla 20. Resultados lista de chequeo y comparación antes-después Línea de Gas</i>	97
<i>Tabla 21. Resultado de lista de chequeo 5S's plasma</i>	100
<i>Tabla 22. Resultados evaluación jornada Kaizen plasma</i>	103
<i>Tabla 23. Principales características del carro</i>	111
<i>Tabla 24. Semáforo del indicador</i>	116
<i>Tabla 25. Tiempo disponible a la semana</i>	122
<i>Tabla 26. Número total de productos terminados en cada replica</i>	124
<i>Tabla 27. Capacidad de los modelos</i>	126
<i>Tabla 28. Porcentajes de ocupación de los modelos</i>	126
<i>Tabla 29. Inversiones realizadas en la implementación de las mejoras</i>	128
<i>Tabla 30. Disminución en los costos por mano de obra</i>	130
<i>Tabla 31. Flujos de dinero esperados</i>	132
<i>Tabla 32. Datos productividad</i>	135

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO 1	144
ANEXO 2	147
ANEXO 3	155
ANEXO 4	156
ANEXO 5	158
ANEXO 6	159
ANEXO 7	161
ANEXO 8	166
ANEXO 9	168
ANEXO 10	172
ANEXO 11	174
ANEXO 12	187
ANEXO 13	189
ANEXO 14	191
ANEXO 15	192
ANEXO 16	195
ANEXO 17	213
ANEXO 18	223
ANEXO 19	239
ANEXO 20	248
ANEXO 21	342
ANEXO 22	343
ANEXO 23	344
ANEXO 24	348
ANEXO 25	352
ANEXO 26	366
ANEXO 27	371
ANEXO 28	381
ANEXO 29	385
ANEXO 30	387
ANEXO 31	388
ANEXO 32	389
ANEXO 33	390

ANEXO 34	394
ANEXO 35	396
ANEXO 36	399
ANEXO 37	401
ANEXO 38	405
ANEXO 39	409
ANEXO 40	423
ANEXO 41	427
ANEXO 42	428
ANEXO 43	429
ANEXO 44	435
ANEXO 45	437
ANEXO 46	445
ANEXO 47	455
ANEXO 48	458
ANEXO 49	460
ANEXO 50	461
ANEXO 51	462
ANEXO 52	463
ANEXO 53	467
ANEXO 54	472
ANEXO 55	480
ANEXO 56	490
ANEXO 57	494
ANEXO 58	523
ANEXO 59	528
ANEXO 60	532
ANEXO 61	533

RESUMEN

TITULO. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS EN PENAGOS HERMANOS & CÍA. LTDA[♦]

AUTORES: BALLESTEROS GUERRERO, Omar Andrés
VILLABONA SILVA, María Fernanda^{♦♦}

PALABRAS CLAVES: Manufactura esbelta, Mapeo del flujo de valor, Mejoramiento, Proceso, Desperdicio, Línea de gas.

DESCRIPCIÓN:

PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA es una organización privada dedicada a la fabricación de maquinaria y equipos en general, especializada en el sector agrícola, quien elabora sus piezas, partes, accesorios y/o repuestos, como también fabrica productos para el sector energético del gas, tales como accesorios, repuestos y demás elementos que las integren o complementen.

Es una empresa que comienza a dar sus primeros pasos en el mejoramiento continuo de sus procesos productivos, determinado por las exigencias del mercado que demanda sus productos. Para dicho mejoramiento se adopta la filosofía mundialmente conocida como Manufactura Esbelta, pues ésta ha obtenido excelentes resultados en el sector metalmecánico donde ha sido adoptada e implementada, como es el caso de DANA Transejes Colombia, empresa que apoya el desarrollo de este trabajo.

El proyecto evidencia un diagnóstico de la situación inicial utilizando herramientas como el Mapeo del Flujo de Valor (Value Stream Mapping) con el fin de identificar pérdidas y desperdicios en el sistema, sobre las cuales poder encontrar opciones de mejora. Una vez identificadas opciones de mejoras es necesario evaluarlas con el propósito de priorizar aquellas que agreguen un valor real, cuantificable y efectivo a la Línea de Gas.

Gracias al apoyo y compromiso del equipo de trabajo de PENAGOS HERMANOS, el proyecto fue exitosamente realizado y totalmente demostrados sus resultados, comprobando así la validez y las decisiones acertadas en su ejecución.

[♦] Proyecto de grado. Modalidad de práctica empresarial.

^{♦♦} Universidad Industrial de Santander; Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Programa Ingeniería Industrial; Msc. Juan Benjamín Duarte Duarte, director de proyecto; Ingeniera Claudia Marcela Gómez S. , tutora de proyecto.

SUMMARY

TITLE: IMPROVEMENT OF THE MANUFACTURING SYSTEM OF GAS ACCESSORIES LINE IN PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA[♦]

AUTHORS: BALLESTEROS GUERRERO, Omar Andrés
VILLABONA SILVA, María Fernanda^{♦♦}

KEY WORDS: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Improvement, Process, Wastage, Gas Line.

DESCRIPTION:

PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA is a private organization which aims at manufacturing machinery and equipment in general with the agricultural sector as its main focus. It makes its own pieces, parts, accessories or spare parts, and also manufactures products for the gas energy sector such as accessories, spare parts and other elements being part of them.

PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA is a pioneer on the continuous improvement of production processes, determined by the market demands that require their products. For such improvement the worldwide known philosophy, Lean Manufacturing, is adopted, since it has achieved excellent results in the engineering sector. This at the same time, has been adopted and implemented, as is the case of DANA Transejes Colombia, a company supporting the development of this work.

The project shows a diagnosis of the initial situation using tools such as Value Stream Mapping, to identify and improve losses and wastage in the system. Once identified it is necessary to evaluate them in order to prioritize those that add a real, measurable and effective value to the gas line.

Thanks to the support and commitment of PENAGOS HERMANOS team work, the project was successfully implemented and its results were fully demonstrated, checking the validity and the right decisions in their execution.

[♦] Degree project: Modality business practice

^{♦♦} Universidad Industrial de Santander; Faculty of Engineering Physics-Mechanical, School of Industrial and Enterprise Studies; Industrial Engineering Program; Msc. Juan Benjamín Duarte Duarte, project director; Engineer Claudia Marcela Gómez S., Project co-director.

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual la competencia que se evidencia en el mercado lleva a las organizaciones a vivir en constante cambio, en la búsqueda de estrategias que permitan mejorar el sistema y de esta manera poder estar en el mercado con productos de excelente calidad, siendo más competitivas y productivos en el sector al cual pertenecen. Para poder lograrlo deben realizar esfuerzos en innovación y contar con una gerencia que esté comprometida con el mejoramiento continuo de los procesos. Los planes de mejoramiento se deben enfocar a producir más, a mejorar las características de los productos, a reducir desperdicios y, en general, a que los productos sean de mayor calidad y más seguros.

PENAGOS HERMANOS ha logrado entrar al mercado global, gracias a la calidad y a la gran gama de productos para el desarrollo del sector agroindustrial y de equipos para el procesamiento de café. La Línea de Gas es relativamente nueva para la empresa (años 90's) la cual ha tenido un crecimiento debido al aumento del uso de gas domiciliario a nivel país. Por esta razón la empresa reconoce la importancia de realizar un mejoramiento de sus procesos con el fin de aumentar su productividad, ser más competitivos en el mercado y lograr satisfacer a sus clientes.

El propósito general de este proyecto consiste en realizar un plan de mejoramiento continuo para la Línea de Gas. Lo primero que se hizo fue realizar un diagnóstico de la situación inicial, utilizando la herramienta del Value Stream Mapping, con ella se logra identificar cada una de las actividades desarrolladas en la elaboración de un producto, el flujo de material, de información y permite identificar los desperdicios y pérdidas del sistema. Se encontraron falencias en el proceso productivo, como: movimiento de materiales, personas y producto en proceso innecesario; puestos de trabajo desordenados y sucios, gran inventario de

producto en proceso desconocido para la dirección de producción y una congestión en el área de trabajo no cuantificada; no se tiene conocimiento exacto de la capacidad y cuellos de botella de la planta que impiden la correcta planeación. Todo lo anterior ocasiona baja productividad, sobrecostos, retrasos, producto no conforme, y desperdicio de materiales.

Acto seguido se plantearon opciones de mejora (presentes en el capítulo 6) para cada uno de los desperdicios encontrados, evaluándolas de acuerdo a criterios escogidos con la dirección para dar solución a las mismas. Antes de implementar las mejoras en la Línea de Gas, la empresa decide realizar una Jornada Kaizen en razón de 5S's para el proceso de pintura electrostática, con el fin de sensibilizar, capacitar y motivar a los empleados para las próximas mejoras a implementar. En el capítulo 7, se encuentra la implementación de cada una de las mejoras realizadas en la Línea de Gas y el resultado obtenido.

El último capítulo muestra una evaluación financiera al proyecto donde se resume en los diversos beneficios económicos que produjeron las mejoras realizadas y además el análisis del tiempo de recuperación de la inversión.

1. GENERALIDADES DE PROYECTO

1.1. TÍTULO

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANUFACTURA DE LA LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS EN PENAGOS HERMANOS & CÍA. LTDA

1.2. MODALIDAD

Práctica Empresarial

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general. Diseñar e implementar un programa de mejoramiento en el sistema de manufactura de PENAGOS HERMANOS para la línea de accesorios de gas, aumentar la eficiencia en la empresa, y crear un ambiente de manufactura autogestionable y autosostenible.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico de los procedimientos de la línea de accesorios de gas.
- Validar por medio de un estudio de tiempos por cronómetro de la línea de accesorios de gas, para identificar los posibles recursos restrictivos del sistema.
- Mapear las actividades que añadan o no valor, necesarias para lograr llevar la línea de accesorios de gas, desde la materia prima a producto terminado,

permitiendo obtener un control de la producción con el uso eficiente de los recursos.

- Proponer, implementar y validar acciones de mejora en los procesos de la línea de accesorios de gas a partir del análisis de las actividades que los conforman.
- Realizar una nueva distribución de planta de las áreas correspondientes a la línea de accesorios de gas, con el fin de optimizar recursos compartidos, obtener un flujo apropiado y optimizar el espacio físico utilizado.
- Crear un sistema de indicadores de gestión, apoyado en la gerencia visual para actuar sobre los procesos en tiempo real, donde, cuando y quien se requiera.
- Realizar sistemáticamente jornadas KAIZEN, utilizando herramientas como las 5'S, análisis de despilfarro, identificando fallas, deficiencias y posibles causas, para lograr una disciplina de mejoramiento continuo.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mundo se encuentra en constante cambio, por esta razón las empresas que quieran sobrevivir deben o están obligadas a adaptarse; para poder lograrlo tienen que realizar esfuerzos en innovación, contar con una gerencia que esté comprometida y no dude en apoyar cada uno de los nuevos procesos que signifiquen un cambio positivo para la empresa y modificar las técnicas para el mejoramiento continuo de cada uno de los procesos; buscando cada día ser más competitivas y productivas en el sector al cual pertenecen.

Año tras año PENAGOS HERMANOS ha logrado entrar al mercado global, gracias a la calidad y a la gran gama de productos para el desarrollo del sector

agroindustrial, de café y de gas. Como primer paso hacia el cumplimiento de su misión y visión, se propuso lograr la certificación ISO 9001 y BASC, alcanzando esto objetivo en los años 2007 y 2008 respectivamente.

Según un informe de PROEXPORT, en Santander, PENAGOS HERMANOS fue la segunda empresa en exportaciones del sector metalmecánico, alcanzando una participación del 7,8% del mercado nacional, entre Enero y Julio de 2008.

En el presente, gracias al esfuerzo del departamento de producción, se ha hecho posible identificar ciertas falencias en el proceso productivo, como lo son:

- Movimiento de materiales y producto en proceso innecesario: Al incursionar en la fabricación de accesorios de gas, se hizo necesaria la adquisición de nueva maquinaria que junto con algunos recursos existentes, se convertiría en la “línea” de gas, y como no existía espacio cerca a estos recursos, la nueva maquinaria queda ubicada de manera no estratégica, creándose de esta manera que el espacio entre máquinas fuera el no apropiado, generando grandes distancias en los recorridos de los procesos y aumentando los inventarios de producto en proceso. De acuerdo a la expansión antes mencionada, la unidad de apoyo de metalistería, tuvo también la necesidad de adquirir nueva maquinaria, creándose los mismos inconvenientes que en la línea de gas.
- La dirección de producción no tiene un control sobre el proceso, es decir, cuando se genera la orden producción, se sabe con exactitud la fecha de entrega, pero no se conoce con exactitud en qué parte del proceso productivo se encuentra la orden, esto es debido a que cada sección toma la decisión de cuándo y cuánto producir, creando con esto un gran inventario de producto en proceso desconocido para la dirección de producción y una congestión en el área de trabajo no cuantificada.

- No se tiene conocimiento exacto de la capacidad y cuellos de botella de la planta que impiden la correcta planeación. Todo lo anterior ocasiona baja productividad, sobrecostos, retrasos, producto no conforme, y desperdicio de materiales.

Esta situación, ha llevado a PENAGOS HERMANOS, a tomar la decisión de desarrollar e implementar un plan de mejoramiento al sistema de manufactura, aplicando conceptos universales de alta productividad y eficiencia, que permitan un control total sobre los procesos productivos, visualizando las oportunidades para eliminar desperdicios, con cuellos de botella y recursos restrictivos claramente identificados, con un máximo aprovechamiento de la capacidad instalada y con un clima de trabajo apto para la mejora continua, para el desarrollo de su gente y para la autosostenibilidad del sistema.

1.5. ALCANCE

El alcance del proyecto es diseñar e implementar un programa de mejoramiento del sistema de manufactura en PENAGOS HERMANOS, en la línea de accesorios de gas.

Se iniciará efectuando un diagnóstico con el fin de conocer las falencias que posee el proceso productivo y determinar de manera general las condiciones actuales de la empresa; una vez identificados los problemas que presentan, se estudiará cada uno de ellos para así tener bases que permitirán construir un plan de mejoramiento y proporcionar una solución posible, evitando que estas falencias sigan perjudicando a la empresa y poder tomar las medidas necesarias para que no se vuelvan a presentar.

El mejoramiento se basará en la aplicación de herramientas de creación de flujo continuo*, reducción de inventarios, redistribución de planta, reducción de tiempos de respuesta, balanceo de celdas de trabajo, organización de sitios de trabajo, creación de herramientas de control para la producción como lo son el mapa de flujo de valor (Value Stream Mapping)** y la Gerencia Visual Global***, y otras herramientas menores, que a su vez serán apropiadas en PENAGOS HERMANOS como parte de su “know how” en tecnología blanda.

El proyecto culmina con la implementación y validación de las propuestas de mejora, de tal forma que la empresa cuente con un programa de mejoramiento que sea utilizado como base a la hora de la toma de decisiones con respecto a la producción, teniendo en cuenta que las propuestas de mejora deben continuar, generándose y desarrollándose en la empresa, aunque el proyecto haya finalizado.

* Entiéndase por flujo continuo como la circulación de lotes de producto de tamaño mínimo.

** El VSM es una herramienta basada en los conceptos de la producción ajustada, cuyo propósito es mapear las actividades con y sin valor añadidos necesarias para llevar una familia de productos desde materia prima a producto terminado, con el objeto de localizar oportunidades de mejora.

*** La gerencia visual consiste en "hacer visibles" ante todos los trabajadores de una organización o empresa los problemas que ocurren con frecuencia, los cuales pueden estar impidiendo el logro de las metas trazadas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El capítulo busca brindar la información necesaria para identificar y conocer de manera general PENAGOS HERMANOS.

PENAGOS HERMANOS es una empresa del sector metalmecánico y dedicada a la manufactura y comercialización de maquinaria agrícola, equipos para café, trituradores de desechos y equipo de conexión de gas domiciliario. Fundada desde 1892 en la ciudad de Bucaramanga, con 115 años de experiencia, durante los cuales ha podido consolidar su experiencia y presencia, que se distinguen por ofrecer al mercado nacional e internacional la maquinaria necesaria para llevar a cabo cada uno de sus procesos y cultivos.

2.1. ANTECEDENTES DEL SECTOR

De acuerdo a lo expuesto por Gabriel Poveda Ramos, consultor industrial, es elocuente citar el siguiente párrafo, pues describe de manera corta y sencilla la historia de la industria metalmecánica en el país.

“Las industrias metalmecánicas representan el grupo más extenso de fábricas que hay en el país, bajo una sola denominación sectorial. Este grupo nació en el siglo XIX con las ferrerías, las fundiciones y los talleres que fue necesario crear para que ayudaran a desarrollar el país. Desde entonces no ha dejado de crecer, salvo en lapsos aislados como el de la gran crisis de los años 30 y la profunda recesión de los años 80. Este grupo incluye desde empresas muy grandes hasta las más pequeñas pero, en su mayoría, el valor económico agregado mayoritario lo ponen las empresas de tamaño medio o menor. Desde su nacimiento, la industria metalmecánica ha servido con sus productos a otros sectores como la minería, la

agricultura, los servicios públicos, así como las demandas del consumo doméstico y de los usuarios finales. Desde hace cien años las fábricas metalmecánicas entregan al país molinos mineros, despulpadoras, trapiches, muebles, herramientas manuales, aparatos agrícolas, piezas fundidas y otros productos que el país ha usado con beneficio para los usuarios y que por sus precios, calidades y características, han demostrado ser lo que el mercado nacional ha necesitado”¹.

2.2. PERFIL DE LA EMPRESA

Tabla 1. Perfil PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

Razón Social	PENAGOS HERMANOS Y COMPAÑÍA LIMITADA.	
NIT	890.200.686-1	
Domicilio	Administrativo: Cl 28 No. 20-80 Fábrica: Zona Industrial de Girón contiguo a Transejes	
Departamento	Santander	
Ciudad	Bucaramanga (Administración) – Girón (Fábrica)	
Teléfono Servicio al cliente	018000 917092	
Página web	www.penagos.com	
Correo Electrónico	info@penagos.com	
Junta Directiva	Gerente	Reynaldo Carvajal Salamanca
	Principales	Mariano Penagos Consuegra
		Hugo Estrada Nieto
		Juan Carlos Penagos Umaña
	Suplentes	Roberto Aycardi
		Jose María Engel Caicedo
		María Catalina Estrada Penagos

Fuente: Autores

¹ Párrafo del escrito titulado: El desarrollo industrial frente a la reestructuración. Autor: Gabriel Poveda Ramos. Tomado de: <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ciencias/sena/metalurgia/fedemetal/fedeme5b.htm>

2.2.1. Distribuidores nacionales. PENAGOS HERMANOS cuenta con distribuidores en las siguientes ciudades: Aguachica, Armenia, Barbosa, Bucaramanga, Barrancabermeja, Bogotá, Barranquilla, Cali, Cartagena, Cúcuta, Espina, Ibagué, Manizales, Medellín, Mocoa, Moniquirá, Montería, Neiva, Ocaña, Pasto, Pereira, San Gil, Popayán, Santa Marta, Santana, Saravena, Socorro, Sogamoso, Sincelejo, Tunja, Valledupar, Villavicencio y Balance.

2.2.2. Distribuidores internacionales. Posee distribuidores en los siguientes países alrededor del mundo: Msumbi Estates Ltd. (África), Kunming Libang Economic Trade Co Ltd. (Asia-China), SEINVSA INGENIERÍA S.A. (Costa Rica), Beneficiaderos Ecológicos de Café S.A (Guatemala), Fundidora del Norte (Honduras), John May & Co. Maquinarias S.A. (Nicaragua), SEINVSA Ingeniería S.A. (Panamá). También se encuentra en el Caribe, Oceanía, Suramérica y Estados Unidos.

2.2.3. Clientes. Son muchos en todo el mundo, pero se nombrarán algunos que han adquirido un gran número de maquinaria: Finca Buenavista – Inversiones El Olvido (El Salvador); Finca Santa Rita, Coopeagri, Simao (China), Finca El Salado (Chinchina, Caldas – Colombia), CICAPE (Costa Rica), Thika (Kenia, África), Metrex y Gas Natural.

Ilustración 1. PENAGOS HERMANOS en el mundo.



Fuente: www.penagos.com.

2.3. RESEÑA HISTÓRICA

En Mayo de 1892 los hermanos Mariano y Eugenio Penagos llegaron desde España a Santander y constituyeron una sociedad colectiva cuyo objeto principal era “El Estudio, Promoción y Ejecución de Proyectos Industriales”.

Desde un pequeño taller, los PENAGOS iniciaron la fabricación de maquinaria especialmente para el sector agrícola. Comenzaron a producir picapastos, trapiches, motores hidráulicos Pelton entre otros. Hoy es extraño encontrar una hacienda que haya contado o cuente con maquinaria fabricada por los PENAGOS.

Durante la revolución de los Mil Días, a principios del siglo, en sus talleres se aprovechó la experiencia de la fundición de partes para su maquinaria para aplicarla a la fabricación de material de guerra, cañones y balas que sirvieron a los ejércitos de Uribe Uribe.

En los años cuarenta, con la muerte de Eugenio, comenzó a efectuarse un relevo generacional; un aporte de nueva sangre que consolidó definitivamente lo que se conoce como el Grupo PENAGOS. Dos nuevos jóvenes ingenieros comienzan a trabajar: Alfonso y Eugenio.

Se fortalecieron las importaciones y se ensacharon los canales y los puntos de distribución. Se abrieron las exportaciones de Maquinaria PENAGOS. Los países de América Latina comenzaron a utilizar las máquinas santandereanas y para los campesinos y hacendados la maquinaria PENAGOS era sinónimo de durabilidad y calidad.

En 1962 los PENAGOS viendo la necesidad de penetrar nuevos mercados y producir nuevas líneas, fusionaron su rama metal-mecánica en una sociedad que se llamó FUNDICIONES Y MAQUINAS S.A.

Debido a la alta especialización que los PENAGOS estaban llevando a las empresas a comienzos de la década de los 70 se fundó PENAGOS HERMANOS & CÍA. LTDA., para dedicarla exclusivamente a la fabricación de la maquinaria agrícola, pilar central de las industrias PENAGOS. Esa misma década marca también el ingreso al Grupo a una Tercera Generación de los PENAGOS.

Se adquirieron tecnologías de Italia y Brasil para modernizar la línea de maquinaria agrícola, especialmente en molinos para procesar granos y alimentos y en las Desgranadoras de Cereales, pero tal vez lo más satisfactorio en desarrollo tecnológico ha sido la participación de los PENAGOS en el sector del café, revolucionando por completo los sistemas tradicionales de beneficio húmedo del café, recibiendo por ello el reconocimiento de importantes entidades nacionales e internacionales. Hoy en día estas máquinas son utilizadas con éxito en la gran mayoría de los países productores de Centroamérica, Grupo Andino y También en algunos países lejanos y exóticos de África, Asia y la Polinesia.

En la década de los 90 y con la vinculación de Mariano al sector del gas, los PENAGOS empezaron a fabricar los accesorios para gas mientras la compañía TECUN LTDA. se dedicaba a la comercialización, especialmente con las gaseras más importantes del país.

Hoy PENAGOS HERMANOS orgullosamente es una empresa reconocida a nivel mundial, y durante su trayectoria ha sido galardonada con: El Premio Nacional de Exportaciones en 1994, Premio Nacional a la Innovación Tecnológica Empresarial en 1995 y premio de Ecología Planeta Azul en 1996-1997.

En Agosto de 2007 recibe la certificación ISO 9001 para el diseño, producción y comercialización de equipos agropecuarios, agroindustriales. Producción y comercialización de accesorios para la instalación de gas domiciliarios. Y en

Septiembre del 2008 World BASC* Organization, INC. otorga la certificación N° COLBAG00010-3.

2.4. MISIÓN

“Somos una empresa de la industria metalmecánica comprometida con el desarrollo y suministro de SOLUCIONES TECNOLÓGICAS para el sector agrícola y para la industria del gas.

Nuestro propósito es conocer las necesidades de los CLIENTES y fortalecer la relación con nuestros DISTRIBUIDORES, para que podamos proponer soluciones conjuntas que satisfagan sus expectativas y nos permitan consolidar una RELACIÓN RENTABLE Y DURADERA.

Estamos consolidando una organización que se ocupe del mejoramiento de las condiciones de vida de sus TRABAJADORES, de la retribución justa a sus ACCIONISTAS y, del cumplimiento de sus compromisos con LA COMUNIDAD Y EL ESTADO”².

2.5. VISIÓN

“En el año 2010** PENAGOS HERMANOS & CIA LTDA será una empresa altamente COMPETITIVA reconocida a nivel nacional e internacional por ofrecer SOLUCIONES INTEGRALES para la Agroindustria y por la calidad de su

* BASC -Business Alliance for Secure Commerce-, es una alianza empresarial internacional que promueve un comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales.

² Manual Integrado de Gestión de la Calidad. PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

** Este horizonte se encuentra en proceso de reevaluación debido a la proximidad de la fecha.

SERVICIO, apoyada en un continuo deseo de INNOVACIÓN Y DESARROLLO que le permitirá incursionar con nuevos productos a nuevos mercados”³.

2.6. POLÍTICA INTEGRAL DE GESTIÓN

“Satisfacemos a nuestros clientes generando soluciones con productos de óptima calidad y servicios postventa que atiendan sus necesidades.

Nuestro sistema integral de gestión tiene como base fundamental en los procesos la generación de nuevas oportunidades de negocio, el uso adecuado de los recursos, el desarrollo permanente de las personas que conforman el equipo de trabajo, el mejoramiento continuo y el cumplimiento de requisitos y disposiciones legales vigentes.

Orientamos nuestras operaciones hacia la seguridad, garantizando la integridad de los productos en toda la cadena logística”⁴.

2.7. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL

- “Satisfacción a nuestros clientes: Satisfacer las necesidades de nuestros clientes por medio de la evaluación, seguimiento y la atención oportuna de sus necesidades como una estrategia clave de gestión.
- Estándares óptimos de calidad: Manufacturar o comercializar productos que correspondan a los requisitos de nuestros clientes, los establecidos por la Organización con características de seguridad adecuadas en su funcionamiento.

³ Manual Integrado de Gestión de la Calidad. PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

⁴ Ibid.

- Orientación al mejoramiento continuo: Desarrollar y aplicar la mejora continua en los procesos con la identificación de oportunidades de mejora, la aplicación de acciones preventivas, correctivas necesarias para lograr y superar los resultados deseados.
- Uso adecuado de los recursos: Realizar en los procesos planeación y uso racional de los recursos económicos, materiales, o de infraestructura necesarios para su buen desempeño.
- Generación de nuevas oportunidades de negocio: Identificar y desarrollar nuevas oportunidades de crecimiento como estrategia de permanencia, y debe ser entendida como el desarrollo o comercialización de productos que satisfagan las necesidades y tendencias del mercado.
- Desarrollo permanente del equipo de trabajo: Orientar el desarrollo de las competencias necesarias del personal que participa en las operaciones buscando el crecimiento personal y el logro de los objetivos.
- Compromiso hacia la seguridad en toda la cadena logística: Cumplir los requisitos de ley y los implementados por la organización hacia la seguridad, tendiendo permanentemente a salvaguardar la integridad del producto mediante el compromiso de accionistas, empleados y demás miembros de la cadena logística”⁵

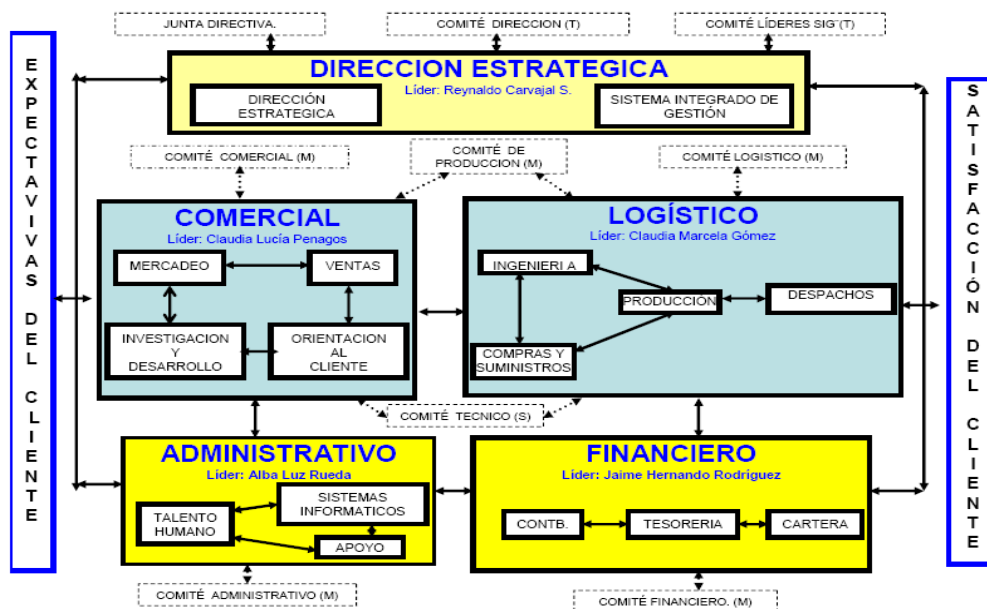
2.8. MAPA DE PROCESOS

El mapa de procesos presentado en la ilustración 2 ofrece una visión general del sistema de gestión. En él se presentan los procesos que componen el sistema así

⁵ Manual Integrado de Gestión de la Calidad. PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda.

como sus relaciones principales. Dichas relaciones se indican mediante flechas y registros que representan los flujos de información.

Ilustración 2. Mapa de procesos PENAGOS HERMANOS.



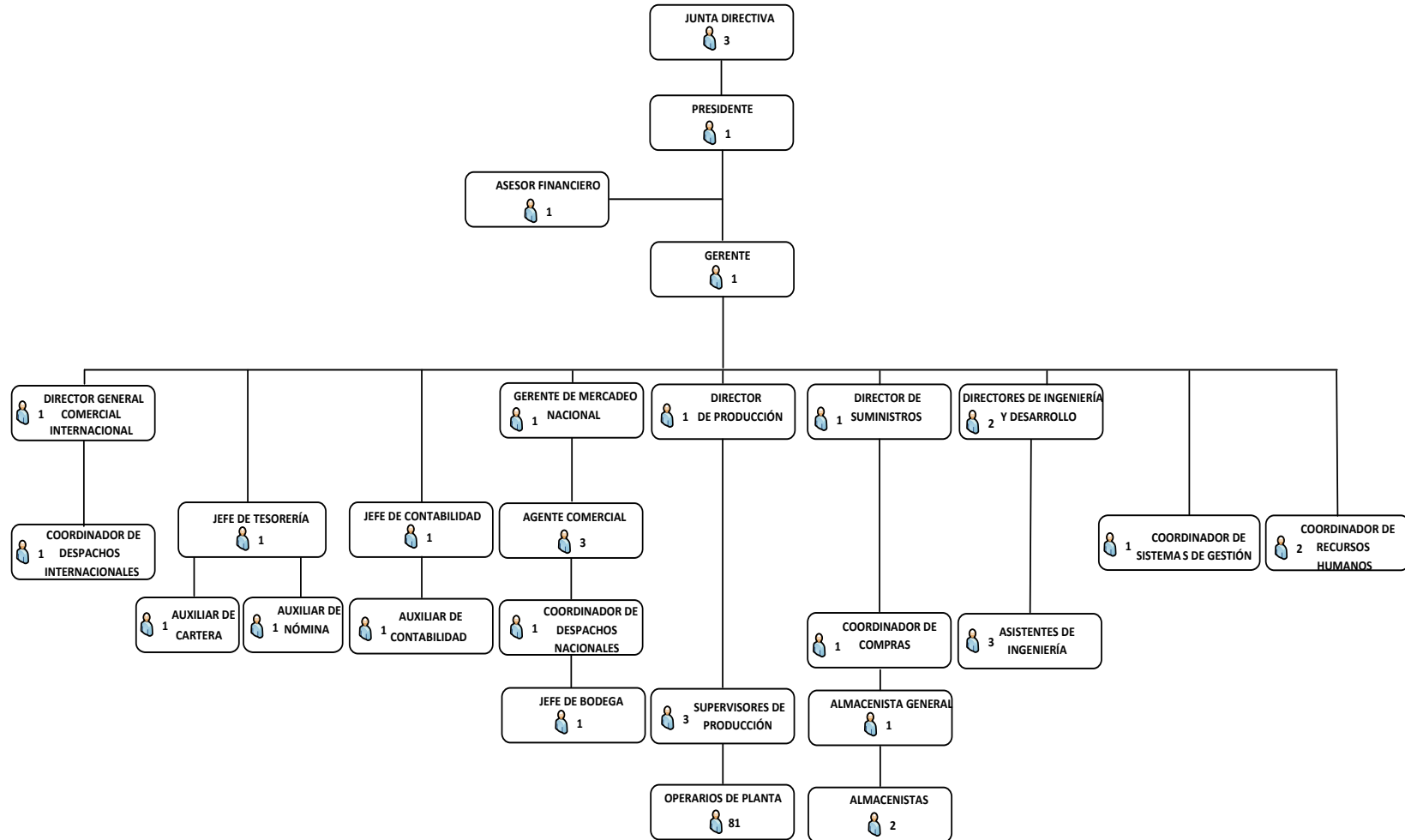
Fuente: Manual Integrado de Gestión de la Calidad PENAGOS HERMANOS Y CIA LTDA.

2.9. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

2.9.1. Número De Empleados. La empresa en total cuenta con 116 empleados, de los cuales 28 trabajan en el área administrativa y 88 en producción, conformados por personal directo de la empresa y cooperativas.

2.9.2. Organigrama. El organigrama de PENAGOS HERMANOS se enseña en la ilustración 3. La descripción de cada una de las áreas que conforman a PENAGOS HERMANOS se muestra en el anexo 1.

Ilustración 3. Estructura Organizacional PENAGOS HERMANOS & Cía. Ltda



Fuente: Manual Integrado de Gestión de la Calidad PENAGOS HERMANOS.

2.10. CATÁLOGO DE PRODUCTOS

PENAGOS HERMANOS, a través de los años ha ido aumentando y mejorando su catálogo de productos enfocándose en las necesidades de sus clientes por esta razón cuenta con diferentes líneas de productos de acuerdo a la función que desempeñan. En la tabla 2 se puede observar el listado de los productos fabricados en PENAGOS HERMANOS. La descripción detallada de cada uno de los productos se encuentra en el anexo 2.

Tabla 2. Lista de productos PENAGOS HERMANOS

LINEA	FAMILIA	REFERENCIAS		
EQUIPOS PARA CAFÉ	UNIDAD DE COMPACTA DE BENEFICIO ECOLOGICO	UCBE 1500	ECOLINE 400	DELVA 40S
		UCBE 2500	ECOLINE 400Z	DELVA 50S
		UCBE 5000	ECOLINE400ZS	DELVA 5000
		UCBE 7500	ECOLINE 800Z	DELVA 7500
		UCBE 10000	ECOLINE400ZS	DELVA 10000
		UCBE 20000	ECOLINE1600	DX-4I
	ROBUSTA	ROBUSTA WR1	ROBUSTA WR2	ROBUSTA WR3
MAQUINARIA AGRICOLA	DESPULPADORAS HORIZONTALES	DH-2	DH-4	
	TRITURADORES DE DESECHOS VEGETALES	TDV24	TDV 24AR	TDV 24BT
		TRP11	TP 32	
	PICAPASTOS	P7M	PP600	PP9MV
		PP9MR	PP10	
	MOLINOS	MDP60	TP32	
	DESGRANADORES	DM10	DM2	DM20
		DM20T	DC4000	
	PICADORA ENSILADORA	PE1200	PE1200T	PE900
		PE800	PK300	PK100
	TRAPICHES	TH6	TH8	TH10
		TH12	TH16	TH16M
		TH20ML	TV122	
ACCESORIOS GAS	CONECTOR CURVO	CU 1/2"	CU 3/8"	
	CONECTOR MEDIDOR	CM 1/2"	CMB 1/2"	CMP 1/2"
		CM 1/2" CC		
	ELEVADOR	EMD 1/2" IPS/M	EMD 1/2" CTS	EMD 3/4" IPS/M
		EM 1/2"		
	UNION UNIVERSAL	U 3/4"	U 1/2"	U 3/8"
		U 1/2" MH		

Fuente: Autores

3. MARCO TEÓRICO

El fin de este proyecto de grado es el desarrollo del sistema de manufactura acorde a los lineamientos estipulados por la gerencia, para ello se requerirán herramientas, enfoques, teorías y filosofías que en el área de producción son utilizadas para el análisis, mejoramiento e implementación de los sistemas productivos. Es por esto que en el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta las siguientes:

3.1. FILOSOFÍA JUST IN TIME (JIT)

“Incluye una serie integral de actividades que pretende alcanzar una producción de gran volumen, empleando inventarios mínimos de materias primas, producto en proceso y bienes terminados”⁶. Esta filosofía consiste principalmente en realizar las producciones sobre los pedidos reales y no por pedidos supuestos, esto es, que la programación de la producción se realice por medio de la demanda de los clientes (Los clientes halan la producción).

El JIT tiene 4 objetivos principales:

- Poner en evidencia los problemas fundamentales: consiste en bajar los niveles de inventarios de productos en procesos y así poder evidenciar los problemas que se posee en el proceso, por ejemplo, al reducirlos se pueden encontrar con problemas como máquinas pocos fiables, máquinas cuello botella y/o restrictivas, calidad deficiente entre otros.

⁶ CHASE, Richar; JACOBS , Robert y AQUILANO, Nichikas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, 10ª edición. Pág. 476.

- Eliminar despilfarros: implica en eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor al producto con lo que se reducen en costes, mejora la calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio al cliente.
- Buscar la simplicidad: en esta la filosofía se basa en el hecho de que es muy probable que los enfoques simples lleven a una gestión más eficaz, para esto, la simplicidad se debe manejar en el flujo de material manejando rutas directas lo menos complejas posibles y en el control de estas líneas de flujo que por lo general en esta filosofía manejan el sistema Kanban.
- Diseñar sistemas para identificar problemas: con cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso, ya sea el mismo Kanban o el control de calidad estadístico.

3.2. FILOSOFÍA KAIZEN

Kaizen es una filosofía de mejora continua e integral que comprende todos los elementos, componentes, procesos, actividades, productos e individuos de una organización, siempre debe mejorar su rendimiento a los efectos de hacer un mejor y más eficiente uso de los escasos recursos, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles.

Los elementos dominantes del Kaizen son: calidad, esfuerzo, compromiso de todos los empleados, buena voluntad de cambiar y comunicación, y a lo anterior se debe sumar tres factores claves en el desarrollo de esta filosofía, los cuales se podrán observar en la ilustración 4.

Ilustración 4. Factores claves en el desarrollo del Kaizen.

KAIZEN		
Eliminación del Desperdicio	5's	Estandarización
	- Seiri (Clasificar) - Seiton (Orden) - Seiso (Limpieza) - Seiketsu (Estandarizar) - Shitsuke (Disciplina)	

Fuente: Autores

3.2.1. Análisis de despilfarros. “Se entiende como desperdicio todo aquello que sea distinto de la calidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción. La anterior definición aclara que una empresa debe obtener un producto o servicio, con el mínimo de recursos pero satisfaciendo al cliente.”⁷ Es decir, los despilfarros son todas aquellas actividades que no le agregan valor al producto. Agregar valor significa hacer lo que realmente importante para el cliente. El fin de identificar los despilfarros es proponer mejoras, implementar y obtener la eliminación de los mismos.

Existen dos clasificaciones:

- 5MQS: Despilfarros que relacionados con: personas (Man), Máquinas, Material, Dirección (Management), Calidad (Quality) y Seguridad.
- Siete tipos de despilfarro: Relacionados con transporte, relacionados con las operaciones (contenido de las operaciones), relacionadas con el proceso, sobreproducción, inventario, tiempos en vacío y productos defectuosos.

⁷ Ortiz, Néstor, Análisis y Mejoramiento de los procesos, Escuela de estudios Industriales y Empresariales, Bucaramanga, 1999

3.2.2. Estrategia de las 5S's. Las 5S's es un sistema que ayuda a alcanzar la excelencia en el día a día y es una de las técnicas que se pueden emplear para el mejoramiento de la calidad, productividad y la competitividad. Las 5S's son las iniciales de cinco palabras japonesas cuya transcripción fonética empieza por la letra S. Cada palabra contiene una recomendación muy concreta sobre la organización del trabajo:

- Seiri (Clasificar o despejar): Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
- Seiton (Ordenar): Una vez eliminado todo lo innecesario, se debe asignar a los elementos que quedan la ubicación más adecuada (que facilite su uso y reposición) e identificarlos (para que cualquiera pueda localizarlos)
- Seiso (Limpieza): Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.
- Seiketsu (Estado de limpieza): Es lo que se consigue al realizar la limpieza durante un periodo de tiempo y además cuando se diseñan modos de evitar que se produzca suciedad y similares.
- Shitsuke (Disciplina): Es hacer el hábito de mantener los procedimientos ya establecidos, convirtiendo las 5S's en parte de la cultura organizacional. Se debe evaluar el grado de cumplimiento de las directrices establecidas y se dispone de una herramienta que es la auditoría.

Antes de implementar una jornada Kaizen de 5S's, es necesario

- Concienciar: Es la etapa de información, en la cual se le explica al personal de la empresa Qué son las 5S's, para que sirven y por qué se va a implementar en la organización.

- Ejecutar: Se encuentran dos etapas:
 - Planeación: Se plantea el objetivo de la jornada, se brinda la formación básica a todos los integrantes y se comunica el plan de trabajo.

Se forma el equipo que debe estar conformado mínimo por 6 personas, y se deben designar los siguientes miembros:

- ✓ Líder: es la persona que será el encargado de asegurar que las mejoras se mantengan a través del tiempo.
- ✓ Coordinador: es el encargado de dirigir el equipo para asegurar que se cumplan con los objetivos propuestos en la jornada.
- ✓ Padrino: es un miembro de la alta dirección de la compañía, quien apadrina el equipo para asegurar que contará con los recursos y brindará adicionalmente apoyo, motivación y consejo.

Es necesario determinar situación actual donde se documenta la situación, indicando las principales motivaciones u oportunidades de mejora identificada; y planear situación futura, pues una vez realizado un trabajo inicial preparatorio, se visualiza la situación que se desea alcanzar al final de la jornada, teniendo en cuenta que habrá mejoras de corto, mediano y largo plazo.

- Ejecutar: Se llevan a cabo las mejoras previstas en varias etapas, hasta que el equipo considere que ha cumplido el objetivo de la jornada. Debe documentarse el avance de la jornada en sus distintas etapas, de forma tal que el equipo de trabajo permanezca activo y motivado durante su ejecución, y asegure que las mejoras van a permanecer en el tiempo.

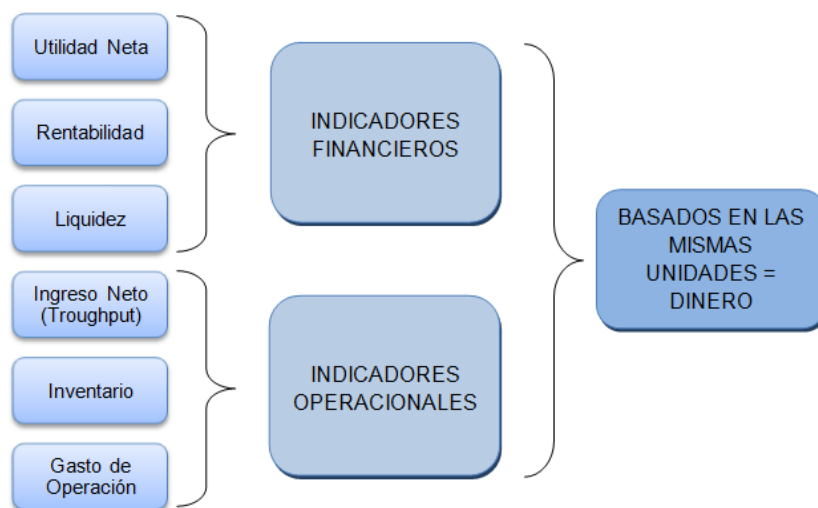
- Concluir: Una vez se consideren alcanzados los principales objetivos, se presenta a los miembros del equipo y a la dirección de la compañía el resultado

del trabajo, reconociendo la labor de todos los miembros y motivando el mantenimiento de la nueva situación y la realización de futuras jornadas para dar continuidad al ciclo de mejora.

3.3. TEORÍA DE RESTRICCIONES

Eliyahu Goldratt autor del libro La Meta reafirma que el objetivo principal de toda organización es ganar dinero, y por tal se deben crear ciertos tipos de indicadores que ayuden a medir con mayor facilidad dicho objetivo principal, estos objetivos se pueden observar en la ilustración 5.

Ilustración 5. Indicadores.



Fuente: Autores.

Estos indicadores deben mejorarse simultáneamente. En el caso específico de los indicadores operacionales lo ideal es aumentar el throughput mientras se disminuyen inventarios y gastos de operación; para lograrlo, se debe implementar una correcta programación de la producción, para ello la teoría de restricciones propone los siguientes 5 pasos:

1. Identificar las restricciones del sistema.
2. Decidir como explotar las restricciones.
3. Subordinar todo a las decisiones adoptadas en el paso anterior.
4. Elevar la restricción (Aumentar la capacidad de la restricción).
5. Si en los pasos previos las restricciones han sido superadas, volver al paso 1, pero sin permitir que la inercia se convierta en una restricción del sistema.

Además la teoría de restricciones desarrolla un nuevo enfoque en la dirección las operaciones productivas de la empresa, este enfoque consiste en principios básicos, los cuales están resumidos en las siguientes nueve reglas:

1. No equilibre la capacidad, equilibre el flujo.
2. El nivel de utilización de un recurso que no es cuello de botella no está determinando por su propio potencial, sino por algún otro problema del sistema.
3. Activar un recurso y utilizar un recurso no son sinónimos.
4. Una hora perdida en un cuello de botella, es una hora perdida en todo el sistema.
5. Una hora ahorrada en un no cuello de botella es un espejismo.
6. Los cuellos de botella rigen el rendimiento y los inventarios del sistema.
7. El lote que se procesa podría no ser igual al que se transfiere, y en ocasiones, no debe serlo.
8. Un lote de proceso debe ser variable en su ruta y también es su tiempo.
9. Sólo se pueden establecer prioridades si se analizan las restricciones del sistema. El tiempo de espera se deriva del programa.

3.4. VALUE STREAM MAPPING (VSM)

El Value Stream Mapping es una herramienta del lean*, la cual sirve como de apoyo y base para los rediseños de los sistemas productivos bajo el enfoque del flujo continuo. Como su nombre lo indica el VSM es un mapeo de la cadena de valor** de un proceso productivo.

En concreto, el VSM, es una herramienta grafica que, mediante el empleo de iconos normalizados integran en una misma figura los dos tipos de flujos que se presentan en la fabricación de un producto:

- El flujo de materiales, es el camino físico que siguen los materiales desde el proveedor hasta el cliente pasando por todos los procesos de transformación del producto o movimiento dentro de la planta.
- El flujo de información es lo que se dice a cada proceso o a cada material que hacer a continuación.

El objetivo de esta herramienta al igual que el objetivo del lean es identificar y disminuir las perdidas, entendiendo como perdidas, todas las actividades que no dan valor añadido al producto final, y así posteriormente graficar un posible estado futuro y lanzar proyectos de mejora.

Las etapas principales de un proyecto de mapeado se pueden resumir en los siguientes puntos:

* Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) es una metodología creada en Toyota, donde su objetivo principal es la creación del flujo en el proceso a través de la reducción de desperdicios (sobreproducción, tiempo en espera, transporte, inventario, maquinaria, productos defectuosos y hasta personas).

** Entiéndase la cadena de valor todas las acciones, tanto las que dan valor añadido como las que no dan valor añadido, que son necesarias para fabricar un producto.

1. Elección de una familia de productos y recoger los datos necesarios.
2. Mapeado de la situación inicial o actual.
3. Mapeado de la situación futura.
4. Definición de un plan de trabajo.
5. Implantación del plan de trabajo.

En la segunda etapa es necesario tener en cuenta algunos de los conceptos utilizados en el mapeo:

- Tiempo de ciclo: cada cuanto tiempo un producto es completado por un proceso. También es el tiempo que necesita un operador para completar sus tareas antes de repetirlas.
- Tiempo de valor añadido: tiempo de los procesos de trabajo que transforman el producto de tal manera que el cliente está dispuesto a pagar por ello.
- Tiempo de suministro: tiempo que necesita un material para transportarse a través de toda la cadena de valor de principio a final.
- Tiempo de preparación de maquina: tiempo que se necesita de pasar de producir un determinado producto a otro. Durante este tiempo se para la producción.

Para la tercera etapa del mapeado se debe tener en cuenta ciertas pautas base de la producción ajustada que se describen a continuación:

1. Producir al takt time*.
2. Implantar flujo continuo siempre que sea posible.
3. Emplear el concepto FIFO** por medio de lotes pequeños de productos, en caso que no sea posible implementar flujo continuo.

* Tiempo máximo permitido para producir un producto con el fin de satisfacer la demanda.

** First In First Out

4. Emplear supermercados en modo pull para controlar la producción, siempre que no se pueda implementar FIFO.
5. Intentar llevar el programa del cliente a un único proceso de producción.
6. Nivelar el mix de producción*.
7. Nivelar el volumen de producción.

Algunos autores afirman que el VSM cumple con las propiedades demandadas para una técnica de rediseño de sistema productivo. Por otra parte al categorizar las técnicas del lean, se subraya su gran potencial frente a la mejora de sistemas productivos. Los argumentos⁸ se pueden resumir en:

- El análisis de la situación inicial está basado en la adquisición y tratamiento de datos numéricos y emplea un interfaz grafico con el que se facilita la visión de los flujos de materiales y de información.
- La visión sistémica de cada familia de producto que refleja las ineficiencias del sistema.
- La aportación de un lenguaje común para el equipo y la unificación de conceptos y técnicas lean en un único cuerpo.
- La posibilidad de que el VSM suponga el punto inicial de un plan estratégico de mejora.
- Fuerza a que las decisiones sobre el flujo se visualicen y se puedan discutir, sin dejar que esas decisiones se den u ocurran por defecto.

Por tanto, el VSM se percibe como una herramienta practica para el fin que se trata de alcanzar: el diseño y creación de entornos productivos flexibles y eficientes.

* Distribuir la producción de diferentes productos uniformemente en el tiempo.

⁸ SERRANO LASA Ibon. Análisis de la Aplicabilidad de la Técnica Value Stream Mapping en el Rediseño de Sistemas Productivos. Girona, 2007, p. 71. Tesis Doctoral. Universidad de Girona. Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Producto.

3.5. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Estudios realizados a empresas cuya distribución en planta fue diseñada para un momento inicial pero que con el tiempo fueron creciendo y añadiendo capacidad y cambios al proceso sin el debido análisis para su ubicación, arrojan que es conveniente redistribuir las máquinas para buscar un mejor funcionamiento físico del proceso. Cuando lo anterior ocurre, se hace necesario definir los elementos a tener en cuenta y el procedimiento a seguir para lograr el mejor resultado para la empresa.

Lo primero es identificar el tipo de distribución que posee la planta

3.5.1. Tipos de distribución en planta

1. Distribución de planta orientada al proceso. Tipo de distribución en la que los recursos se agrupan según la función que realizan. Para desarrollarla se presentan los siguientes métodos:

- Técnicas de Distribución Computarizada (CRAFT): Consiste en hallar la distribución que minimice los costos de transporte y manejo de materiales entre los departamentos según su ubicación relativa.
- Planeación Sistemática de la Distribución (SLP): En la mayoría de situaciones no se tiene el costo de la distancia entre departamentos, por lo que esta técnica es la más usada. Consiste en determinar las relaciones de proximidad existentes entre los diferentes departamentos, por medio de diagramas de relaciones y asignación de pesos numéricos a las preferencias más cercanas, para intentar diferentes distribuciones y elegir la del peso total mayor.

1. Distribución de planta orientada al producto. Tipo de distribución en la que los equipos están dispuestos según la secuencia que se sigue en la fabricación del producto. El método que se sigue para su desarrollo se describe a continuación:

Se busca equilibrar la cadena, de tal manera que se tenga el número de estaciones de trabajo necesarias para cumplir con la demanda, sin llegar a crear un recurso cuello de botella. Para esto se descompone el trabajo en tareas o actividades que puedan desarrollarse de manera independiente y se definen las actividades precedentes de cada una. Posteriormente se asignan las actividades a cada centro de trabajo (seleccionando una criterio para esta asignación y para romper los empates) de tal forma que se cumpla la restricción del tiempo de ciclo. Finalmente, se analiza la eficiencia lograda, si esta no es satisfactoria se debe realizar nuevamente el análisis.

2. Distribución de planta por posición fija. Éste tipo de distribución se presenta cuando el producto permanece en un solo lugar y son los recursos los que se movilizan hacia él.

El costo de manejo de materiales constituye el factor relevante al momento de planear este tipo de distribución. El análisis se debe hacer en torno al grado utilización de los materiales, el orden tecnológico de las operaciones y la programación de actividades. La forma de distribución más usada es disponer el material y las herramientas generando círculos concéntricos alrededor del punto de producción, de tal manera que los que presenten mayor frecuencia de uso se ubiquen en el círculo más interno.

En la mayoría de las empresas los procesos productivos presentan distribuciones híbridas, definidas como la combinación de algunas de las distribuciones anteriores, la más aplicada es la llamada:

4. Distribución por células de trabajo o grupo de tecnologías. Es la combinación de la distribución por producto y por proceso, con el fin de aprovechar la eficiencia de las primeras y la flexibilidad de las segundas. Consiste agrupar las referencias vitales en familias de productos, es decir que se agrupan maquinaria y trabajadores para cada familia de referencias. Para agrupar las referencias en familias se deben tener en cuenta la similitud de las siguientes características:

- La secuencia de las operaciones.
- Los materiales usados.
- Los recursos utilizados.
- Los tiempos de operación.

3.6. ESTUDIO DE TIEMPOS

“El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica”⁹, con esta herramienta se pretende calcular los tiempos de duración que se presentan en cada máquina por donde se realizan los procesos y el transporte entre cada una de ellas.

Para lograr obtener la toma de tiempos es necesario tener conocimiento de los procesos productivos, y para ello se utilizan los diagramas de análisis general que se realizan con el fin de identificar y comprender de forma lógica y ordenada las diferentes fases o etapas ejecutadas con el objetivo de manufacturar el producto. Se utilizarán los siguientes diagramas:

⁹ ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los procesos de la empresa., 1999. Pág. 143.

- Diagrama de flujo. Representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante el proceso; incluye información básica para el análisis como el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.¹⁰
- Diagrama de recorrido. Se utiliza para complementar el análisis del proceso. Se elaboran tomando como base un plano a escala de la planta, en donde se indican las máquinas, puestos de trabajo y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la forma en la cual las tareas de producción, los operarios y los insumos siguen su recorrido por cada una de las secciones de la planta.¹¹

Para la realización de la toma de tiempos de una tarea o proceso, se debe tener en cuenta las siguientes tres “premisas elementales”¹²:

- Debe existir un método previamente definido, el cual indica la manera como se ha de ejecutar el trabajo en cuestión.
- El operario debe desarrollar su actividad a un ritmo de trabajo normal (no muy rápido, ni muy despacio).
- El operario seleccionado para un estudio de tiempos debe ser “calificado” en cuanto a la habilidad para desarrollar el trabajo, es decir, no ser muy experto, ni tampoco inexperto.

Estos tiempos deben ser tomados bajos los lineamientos estadísticos para la toma de muestras representativas y teniendo en cuenta el siguiente enfoque:

¹⁰ GARCÍA CRIOLLO, Robert. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos. Editorial Mc Graw-Hill. 2000. P.45

¹¹ Íbid, P.49

¹² Íbid. Pág. 144.

- Tiempos determinísticos: Por medio del cronómetro se determina el tiempo de cada elemento (“parte de la tarea que dura poco tiempo, está compuesto de uno o varios movimientos del operario o máquina”¹³), a este se le da una valoración según la rapidez con la que se realiza la labor tomando como referencia el tiempo empleado por un operario promedio (no es el más experto ni el más inexperto). Posteriormente se calcula el tiempo promedio por elemento (normalizado) al cual se le asignan suplementos según las condiciones en que se realiza la labor. Una vez se tenga ese tiempo (asignado) se totalizan los tiempos de todos los elementos y se adiciona un porcentaje de contingencia sobre la jornada de trabajo, obteniéndose así el tiempo tipo para el ciclo de trabajo.

3.7. GERENCIA VISUAL

El visual management es una rama dedicada a visualizar todo tipo de señales, estados y datos en un entorno de producción con el objetivo de mejorar y hacer más fácil y efectiva la gerencia.

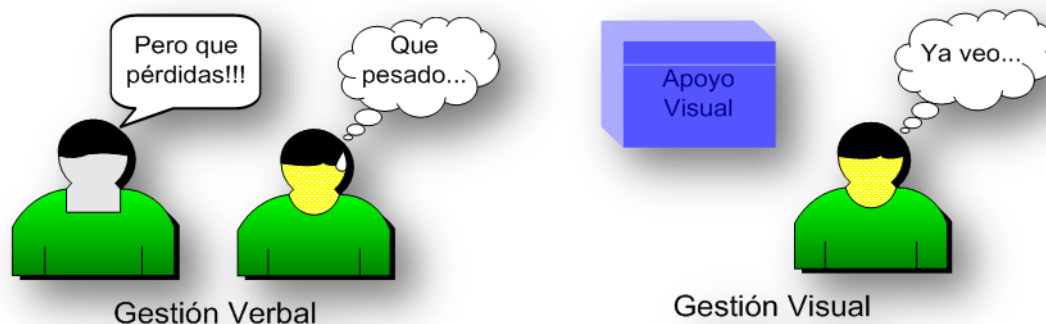
La gerencia visual es considerada además, el método más eficaz para suministrar información en la organización o empresa de una manera clara y perceptible, con la finalidad de que todas las personas comprendan la condición actual de las operaciones en relación a los objetivos que se deben cumplir; más aún, es un poderoso instrumento para motivar al personal hacia el logro de los fines gerenciales.

Este instrumento proporciona muchas oportunidades para que los trabajadores refuercen su propio desempeño y al mismo tiempo exhiban los objetivos por ellos alcanzados, mediante la consolidación de procesos que le permiten a la organización o empresa avanzar hacia la excelencia corporativa, además la

¹³ ORTIZ, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los procesos de la empresa., 1999. Pág. 144.

gerencia visual ayuda a minimizar las fricciones humanas porque está libre de connotaciones.

Ilustración 6. Gestión verbal vs. Gestión visual



ente: Autores

Fu

El objetivo final¹⁴ es asegurarse del mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado; este es un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención, siendo que de esta acción dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar en el proceso productivo. Todo esto se deriva de que el hombre, en el transcurrir del tiempo, ha requerido de la observación directa para comprender los fenómenos naturales y así poder advertir el ambiente.

¹⁴ Tomado de: <http://gerencia.blogia.com/2007/101802-la-gerencia-visual.php>

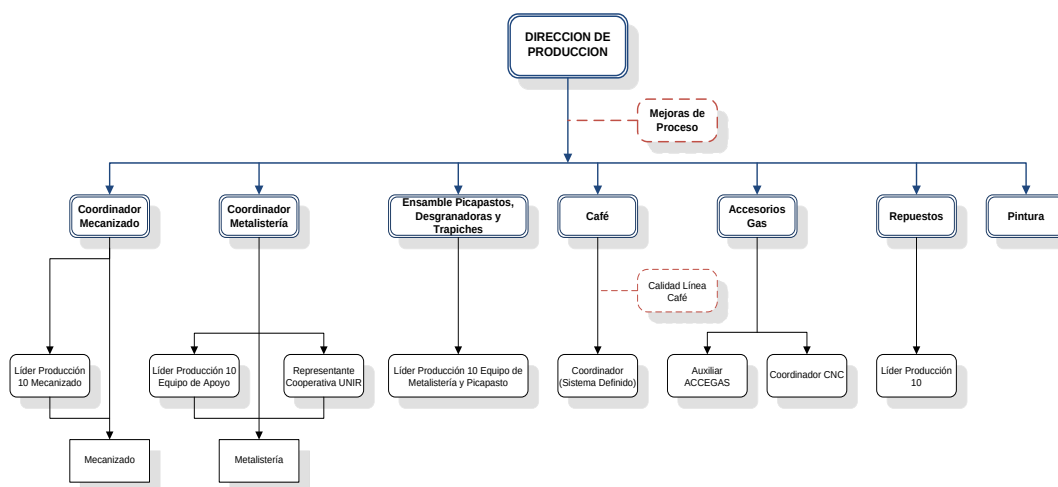
4. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

En este capítulo se elaborará un diagnostico cualitativo de toda la planta de producción, encontrando pérdidas, las cuales fueron halladas por medio de las herramientas de análisis de despilfarros y análisis de 5S's.

El departamento de producción en PENAGOS HERMANOS tiene como objetivo: Generar los planes de producción, fabricar los productos de acuerdo con la planeación establecida, cumpliendo con las expectativas del cliente en cuanto a especificaciones de calidad y plazos de entrega; y establecer los costos del producto. También debe programar, efectuar y verificar actividades de mantenimiento a las máquinas, equipos de producción y reparaciones locativas, así como atender las solicitudes por mantenimientos correctivos que aseguren un correcto funcionamiento de dicha maquinarias y equipos.

La estructura organizacional del departamento se puede observar en la ilustración 7.

Ilustración 7. Organigrama departamento de producción.



Fuente: Autores

El anterior organigrama, se encuentra conformado por el siguiente número de operarios (Ver tabla 3):

Tabla 3. Número de empleados en producción.

DEPENDENCIA	PENAGOS	FIVE MEC	MOLDEGAS	APOMECA	UNICAFE	UNIR	TRAZAR	TOTAL
Mecanizado	13	4	-	-	-	1	-	18
Metalistería	8	-	-	7	-	8	7	30
C.N.C.	6	-	-	-	-	-	-	6
Ensamble	3	-	-	-	5	-	-	8
Accesorios Gas	2	-	4	-	-	-	-	6
Repuestos	2	-	-	-	-	-	-	2
Pintura	-	-	-	-	-	-	-	0
Mantenimiento	2	-	-	-	-	-	-	2
Bodega	1	-	-	-	-	3	-	4
Investigación y Desarrollo	2	-	-	-	-	-	-	2
Moldes y Modelos	1	-	1	-	-	-	-	2
Obras Civiles	1	-	-	-	-	-	-	1
Almacén Materia Prima	3	-	-	-	-	-	-	3
Almacén Herramientas	1	-	-	-	-	-	-	1
Taller	1	-	-	-	-	-	-	1
TOTAL	46	4	5	7	5	12	7	86

Fuente: Autores

4.1. TIPO DE PRODUCCIÓN

La empresa realiza producción sobre pedidos de reposición, de esta manera el proceso productivo se desarrolla por lotes de producción por referencias.

El departamento de Ingeniería y Desarrollo trabaja de la mano con el departamento de Ventas, porque éste último es el encargado de informarle las modificaciones que sean necesarias hacerle al producto, según las necesidades de los clientes; simultáneamente Ingeniería y Desarrollo se encuentra realizando

mejoras al producto final y diseñando nueva tecnología para hacer altamente competitivos. Posteriormente, Producción es informado de los pedidos realizados por Ventas el cual genera una orden de pedido y éste abre una orden de producción interna, pues se manejan lotes de producto terminado (pedidos por reposición – Stock de seguridad), y una vez disminuido el tamaño de dicho lote, se genera la orden de producción. De acuerdo a lo anterior se generan los planes de producción y se evalúan las necesidades de personal, se selecciona y evalúa los proveedores externos de manufactura, infraestructura y demás recursos necesarios para dar cumplimiento a la programación y se coordina la realización del producto. Es importante realizar el seguimiento y control de la calidad de producto, para así entregar y reportar el producto terminado y dar disposición al producto no conforme. Una vez que el producto esté ensamblado es entregado a bodega de producto terminado y cuando sea requerido, el producto es llevado a embalaje y despachado. Por último se realiza la revisión parcial y total del cierre de órdenes.

El proceso productivo de las líneas de café y de maquinaria agroindustrial se realiza por centros de trabajos especializados, es decir por procesos. El tipo de producción de la Línea de Gas es híbrido, pues es una mezcla entre producción por proceso y por producto.

En la ilustración 8 se muestra el diagrama de bloque de los procesos existentes en la planta.

4.2. MATERIA PRIMA UTILIZADA

Existe gran variedad de materia prima que interviene en el proceso de fabricación, cuya principal materia prima es el metal, en diferentes formas (láminas, platinas, tubos, ángulos), aleaciones y calibres. También son necesarios tornillos, tuercas,

arandelas, pinturas (electrostática y líquida), soldaduras, calcomanías, papel para los manuales y cajas de cartón. El anexo 3 hace referencia a los materiales utilizados en los procesos productivos.

4.3. MAQUINARIA UTILIZADA

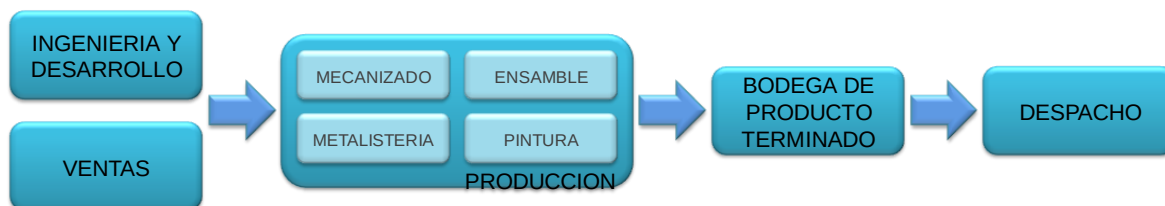
Las máquinas utilizadas para el proceso de fabricación de los productos son: tornos convencionales, tornos CNC, fresas, prensas hidráulicas, soldadura, cizallas, troquelados, taladros, corte por plasma y una planta de cincado, además la empresa cuenta con la última tecnología en pintura electrostática, permitiendo el ahorro y recuperación de pintura para cada una de las máquinas. En el anexo 4 se presenta un cuadro con la maquinaria utilizada para la elaboración de cada uno de los productos en PENAGOS HERMANOS.

4.4. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA PLANTA

La empresa no cuenta con un plano actual, lo único que posee es una fotocopia de un plano, el cual está sin distancias, no se conoce la escala a la cual se encuentra y no tiene la distribución de la maquinaria (ver anexo 5); por esta razón se realiza el levantamiento del plano de toda la planta, a escala 1 cm : 500 cm, el cual se encuentra en el anexo 6.

Actualmente la empresa cuenta con 4055 m² de área horizontal dividida por procesos (debido a su crecimiento en el transcurso de los años y a la ubicación forzosa de las máquinas), lo que ocasiona que el flujo de las piezas no sea el adecuado. Los procesos en los cuales está dividida la planta son los siguientes:

Ilustración 8. Proceso productivo.



Fuente: Autores

4.4.1. Mecanizado. Es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante remoción de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

Se realiza a partir de productos semielaborados como varillas, tubos, engranajes u otras piezas, previamente conformadas por otros procesos como moldeo o forja. Los productos obtenidos pasan por la sección de metalistería para unirse, a la sección de pintura y/o a la sección de ensamble donde finalmente toman la forma de producto terminado.

4.4.2. Metalistería. Proceso cuya materia prima son en su gran mayoría láminas de metal en diferentes calibres. En este arte* es posible englobar la fundición, forja, corte (cizalla o plasma), martillado, doblado, troquelado, punzonado, rectificado, pulido, soldadura o combinación de las técnicas anteriormente mencionadas. (Ver anexo 4)

4.4.3. Pintura. Es un proceso que se lleva a cabo con la finalidad de proteger los equipos contra la corrosión y también para la presentación de los productos al mercado.

* Se dice que es un arte pues en las referencias bibliográficas se hace referencia a que depende de las capacidades de un operario. La metalistería debe estandarizarse.

Actualmente esta sección de la empresa tiene a su disposición dos tipos diferentes de pintura, el primero que es el más usado en todos los componentes fabricados es la pintura electrostática, la cual brinda una excelente presentación y acabado a las piezas (ver anexo 4 para los equipos utilizados); y el segundo que es el más antiguo en la historia de la empresa es la pintura líquida que se aplica en aquellas piezas donde la pintura electrostática no puede ser utilizada. De este proceso las piezas van directamente a la sección de ensamble donde son unidas para formar el producto final.

4.4.4. Ensamble. Proceso en el cual las piezas, que ya han sido elaboradas en otras secciones de la empresa, son unidas para formar un conjunto o subconjunto. La unión de las partes se puede lograr con soldadura de arco o de gas, soldadura blanda o dura o con el uso de sujetadores mecánicos o de adhesivos. La empresa cuenta con tres secciones de ensamble, una para los productos de café, una para los productos agroindustriales y otra para la línea de gas.

La planta cuenta con dos (2) almacenes de materia prima, una bodega de piezas fundidas y la bodega de producto terminado.

De la distribución de planta se puede concluir que los centros de trabajo no se encuentran en un orden adecuado, lo que genera grandes distancias para los operarios durante el proceso. Se observa que el espacio no es debidamente aprovechado, como consecuencia de la distribución por procesos mencionada.

4.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

PENAGOS HERMANOS cuenta con tres (3) grandes líneas de producción: productos agroindustriales, equipos para café y accesorios de gas.

Las piezas que conforman los diferentes productos fabricados, pasan por los diferentes procesos existentes en la empresa. Los diagramas de flujo generales de cada proceso pueden ser vistos en el anexo 7 y en el anexo 8 se encuentra el diagrama de flujo de una pieza para línea de gas, al no ser completamente por procesos.

4.6. ANÁLISIS DE DESPILFARROS

El análisis se realiza dividiendo los despilfarros según el factor que los produce, tomando el despilfarro 5MQS. Se elaboró una lista de chequeo (ver anexo 9) para identificar las fuentes que generan el despilfarro con el fin de establecer acciones de mejora.

Resultados generales del análisis de despilfarros.

- Existe un gran desperdicio de desplazamientos y/o transportes, generado por las distancias entre los procesos de mecanizado, metalistería, pintura y ensamble (Ver Anexo 6).
- Los materiales son colocados cerca y/o alrededor del puesto de trabajo invadiendo espacio de tránsito y espacio de operación de la máquina. Estos materiales no tienen un orden específico de trabajo.
- Las herramientas necesarias en la jornada laboral se encuentran en constante desorden ocasionando demoras en el proceso productivo debido a su búsqueda. Existen puestos de trabajo que no poseen la herramienta necesaria, por consiguiente deben esperar a que alguien se la facilite.
- La no existencia de una inspección por parte de los operarios según los lineamientos de calidad produce un desperdicio de tiempo importante en la zona de ensamble de la línea de gas pues se debe realizar una inspección del 100% a las piezas antes de ser ensambladas.

- Debido al tipo de maquinaria utilizada en la empresa y al tipo de producto elaborado, se hace necesaria la fabricación por lotes*, que produce inventarios en exceso.
- La empresa no realiza mantenimiento preventivo, solo realiza mantenimiento correctivo, generándose paros en la producción no programados por fallas en continuas en las máquinas.
- Existen tres máquinas que se encuentran fuera de servicio debido a su antigüedad y deterioro.
- Uno de los mayores problemas se encuentra en el despilfarro de inventario de producto en proceso, se encuentra por todas partes y en grandes cantidades, es más hay piezas procesadas que ya están obsoletas. No se tiene un control de este tipo de inventario, es decir no se tiene cuantificado.
- Exceso de materia prima pues es comprada en otros países la cual sufre deterioro por el tipo de almacenamiento.
- Cantidades considerables de desperdicio de la materia prima (láminas) debido a los cortes que son necesarios en las piezas.
- Las condiciones físicas y ambientales son inadecuadas (rayos solares, calor, humedad) las cuales generan indisposición y fatiga en el trabajador.

4.7. ANÁLISIS DE LAS 5 S's

En el año 2001 se inicia un proceso de implementación de las 5s's, durante el proceso se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Capacitaciones
- Charlas de sensibilización buscando un cambio de cultura.
- Reuniones periódicas de la gerencia intermedia.

* La empresa maneja stock de seguridad, por consiguiente la producción se hace en lotes para mantener dicho inventario.

- Implementación de las primeras 3S's, en las cuales hubo mejora en los procesos, diseños de herramientas, estantes y dispositivos para hacer más fácil y seguro el proceso.

El proceso no funcionó por falta de disponibilidad y apoyo de la alta gerencia, es necesario ser más estrategias en la generación de un cambio de cultura.

A partir del año 2009 la nueva dirección de producción decide retomar la metodología. Por esta razón el análisis de las 5S's se realizó en toda la empresa, por medio de una lista de chequeo, donde a cada pregunta se la dará una valoración siendo 1 el valor de menos cumplimiento y 5 máximo cumplimiento (ver anexo 10), del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

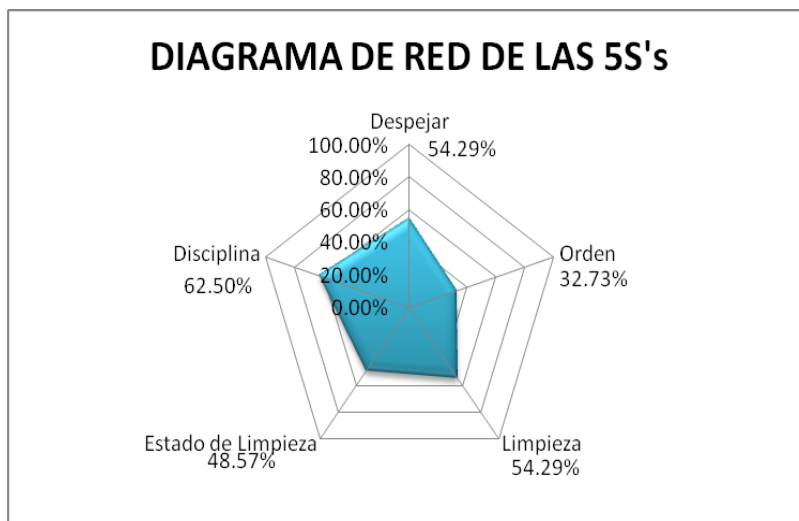
Tabla 4. Puntajes obtenidos análisis de 5S's

	PUNTAJE MÁXIMO ESPERADO	PUNTAJE OBTENIDO	% CUMPLIMIENTO
Despejar	35	19	54,29%
Orden	55	18	32,73%
Limpieza	35	19	54,29%
Estado de Limpieza	35	17	48,57%
Disciplina	40	25	62,50%
TOTAL	200	98	49,00%

Fuente: Autores

De acuerdo a la Ilustración 9 se puede concluir, que a pesar que en la empresa ya se había implementado la estrategia de las 5S's, el nivel de cumplimiento es del 49%, lo cual es muy bajo. La S de menos cumplimiento es Seiton (orden) y ligada a esta se encuentra la primera Seiso (Despejar). La última S Shitsuke (Disciplina) es la de más alta puntuación, pero es debido a la actitud de cambio de los empleados, al cumplir con las reuniones. Es necesario una profundización de la cultura y una implementación de la jornada Kaizen en razón de 5S's.

Ilustración 9. Diagrama de red de las 5S's.



Fuente: Autores

En el anexo 11 se presentan algunos ejemplos de las fallas encontradas en el análisis realizado de las 5S's.

La fase de Área Piloto de la jornada Kaizen se realizará en la sección de pintura pues una zona en la cual se notará el cambio, no llevará tanto tiempo y motivará en gran medida a los empleados.

Terminado el diagnóstico general de la empresa, abordado en este capítulo, y mediante reuniones con la Gerencia se determina la elección de una línea de la empresa para realizar el mejoramiento de los procesos productivos. De las líneas existentes (Café, agroindustrial y accesorios de gas) se escoge la línea de accesorios para la instalación de gas doméstico por las siguientes razones:

- La envergadura de las dos líneas restantes (maquinaria agrícola y equipos de café) es muy amplia, debido a que la conforman un total de 55 referencias, con un promedio de 40 piezas y una desviación estándar de 12 piezas, donde cada pieza tiene subcomponentes y éstos pasan en promedio por 6 procesos independientes. Dentro de las 55 referencias mencionadas, no se tienen en cuenta las máquinas

de proyectos especiales, donde sus dimensiones por lo general son 4 veces más grandes de lo normal.

- Además de la gran magnitud de piezas que conforman cada uno de los productos, se debe considerar también el tipo de producción, pues en este caso se realiza a través de stock de seguridad lo que conlleva a fabricar lotes de diversos tamaños en periodos muy diferentes y distantes.
- Para realizar el estudio de tiempos necesario para el análisis y lograr el mejoramiento de los procesos, el periodo de tiempo requerido sería mayor a un año. De esta manera la empresa decide realizar el mejoramiento por cada proceso productivo de la empresa (mecanizado, metalistería, pintura, etc.).

La línea de accesorios de gas que cuenta con una producción de 14 productos agrupados en 4 familias diferentes, cada uno de esos productos consta de 2 y 3 partes que pasan entre 6 y 7 procesos cada una. Los volúmenes de producción de estos productos son altos debidos a la gran demanda realizada por las licitaciones de empresas de gas a nivel nacional, lo cual conlleva a un menor tiempo en levantamiento de la información necesaria para la realización del trabajo (80 días). La importancia de la línea de gas para la empresa se ve reflejada en la rentabilidad*, que ésta estaba generando y la cual necesitaba mayor atención debido a la pérdida de varias licitaciones en razón de ser poco competitivos y atractivos en precio para los clientes; estas razones exigían un drástico cambio en la forma de producir.

Por las anteriores razones, en el siguiente capítulo se presenta el diagnóstico detallado de la Línea de Gas.

* Según análisis presentado ante la Gerencia la rentabilidad en el primer trimestre del año 2009 fue de 36,28% a comparación con la de la empresa que fue de un 22%.

5. DIAGNÓSTICO LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS

5.1. MATERIA PRIMA UTILIZADA

La línea de gas requiere de una materia prima de excelente calidad debido al uso final que se le da a los productos (instalaciones de gas domiciliarias). Los productos están elaborados de acero referencia 12L14, que se utiliza generalmente en tornos automáticos y tornos C.N.C para producción de piezas de alto volumen que requieren alto grado de maquinabilidad, tolerancias cerradas* y un acabado fino. Se puede observar en el anexo 12 una tabla donde se relaciona cada uno de los productos con la materia prima requerida para elaborarlo.

Las varillas de acero son compradas a la empresa inglesa “Internacionales Corus”, que posee una materia prima de excelente calidad. La cantidad de material que se importa es calculado de acuerdo al pronóstico de ventas (elaborado por el área comercial) aproximado de 3 meses, tiempo promedio que demora la importación. Cuando se necesita material urgente o se tiene un pedido no programado la materia prima se compra a proveedores nacionales con tiempos de suministro aproximados de 2 días, pero su calidad es muy inferior comparada con el proveedor inglés.

Es importante tener en cuenta la calidad de la materia prima, pues una baja calidad trae como consecuencias: desajustes y daños internos en las máquinas, el tiempo de procesamiento aumenta debido a la dureza del material, cambios continuos en los buriles a causa de su rompimiento, reclamos por parte de los clientes y desperdicio de material. Por lo mencionado anteriormente la empresa compra la materia prima al proveedor internacional.

* Fijan un rango de valores permitidos para los cotas funcionales de la pieza.

En el anexo 13 se muestra la lista de proveedores con los cuales cuenta la empresa, el tiempo de suministro y el material comprado a cada uno de ellos.

5.2. MAQUINARIA

Actualmente se cuenta con tres tornos de tecnología avanzada y maquinaria convencional (tornos, dobladora, etc.) y además se diseñó* una máquina completamente nueva y hechiza para reemplazar una operación realizada por un recurso compartido** en la sección de mecanizado. La descripción detallada de la maquinaria disponible para fabricación de los accesorios de gas se encuentra en el anexo 14. La empresa no tiene un plan de mantenimiento preventivo, solo se realiza mantenimiento correctivo, lo que ocasiona paros no programados en la producción***.

5.3. CLIENTES

PENAGOS HERMANOS es una empresa reconocida a nivel mundial por sus productos agrícolas. En el mercado de accesorios para la instalación de gas domiciliario, actualmente solo se está atendiendo el mercado nacional, abarcando la gran mayoría de las regiones del territorio nacional, en el anexo 15 se presenta la relación cliente-producto de la Línea de Gas. El país ya tiene un gran porcentaje de zonas gasificadas (ver anexo 16) lo que conlleva a una disminución en el crecimiento de la industria; es por esta razón que la empresa se encuentra realizando un estudio de mercados nacional e internacional.

* De invención completa por parte de la dirección de mejoras y proyectos.

** Fresa Milwaukee utilizada por el área de mecanizado y la línea de gas.

*** No existen registros completos y confiables de los paros de la maquinaria.

5.4. COMPETENCIA

En el mercado de los accesorios para la instalación de gas domiciliario se encuentran empresas de fuerte competencia (ver anexo 17 donde se observan las más relevantes) las cuales ofrecen los productos a un menor precio, y esto es una gran amenaza para la línea de gas, pues los clientes utilizan la licitación como forma de compra, donde gana el proveedor que ofrezca el menor precio. Este punto es otra razón por la cual se está realizando el estudio de mercados mencionado anteriormente.

5.5. DIAGRAMAS DE ANÁLISIS GENERAL

5.5.1. Diagrama de flujo. Se realizaron los diagramas de cada uno de los productos relacionados en el numeral 2.9 Identificación de los productos. Los diagramas se encuentran en el anexo 18.

Al analizar los diagramas se puede encontrar que las operaciones existentes son las necesarias para la elaboración del producto, pero falta un compromiso con la calidad en cada operación, pues se generan piezas defectuosas*; se presentan muchos transportes y almacenamiento entre las operaciones (inventario de producto en proceso).

5.5.2. Diagrama de recorrido. Para la elaboración de los diagramas de recorrido, se hace inevitable el levantamiento del plano, para la obtención de éste se contó con un distanciómetro proporcionado por la universidad. Es importante resaltar que el plano cuenta con la maquinaria existente en las instalaciones de la empresa y se encuentra con sus respectivas dimensiones. Los diagramas de recorrido por producto se pueden observar en el anexo 19.

* No existen datos históricos para cuantificar las piezas defectuosas.

Al analizar este diagrama se concluye que los procesos no tienen una secuencia lógica, y esto es debido a la creación de la línea, pues la maquinaria adquirida fue colocada donde existía espacio disponible; generando transportes excesivos y desorganización en el sistema productivo; lo que afecta la eficiencia del sistema.

El resumen de los diagramas anteriores se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Resumen de diagramas de flujo y de recorrido

NOMBRE	OPERACIONES	INSPECCIONES*	TRANSPORTES		ALMACENAMIENTOS**	
Conector medidor	12	10	13	276,6	13	2500
Conector curvo	15	11	16	304,8	15	2000
Unión universal M-M	12	13	14	390,3	14	2600
Elevador modular H	10	8	13	267,4	11	600
Elevador modular M	8	7	13	230,2	9	600
Elevador monolítico	11	6	11	302,6	10	300
Unión universal M-H	11	12	13	355,9	13	2600

Fuente: Autores

5.6. ANÁLISIS DE TIEMPOS

PENAGOS HERMANOS tiene una jornada laboral de lunes a viernes con un horario de 6:30 am a 3:30 pm y el día sábado de 6:30 am a 12:30 pm. Cuando es necesario se adicionan jornadas laborales nocturnas. Los empleados tienen derecho a dos descansos: el primero corresponde a un refrigerio seguido de una reunión por área y el segundo es el tiempo del almuerzo. En la siguiente tabla se explica de forma más detallada la jornada laboral:

* Cantidad de inspecciones que se deberían realizar para cada producto.

** Cantidad aproximada de producto en proceso en una jornada laboral; pues no se lleva un control exacto de la cantidad de piezas fabricadas.

Tabla 6. Jornada laboral

DIA TRABAJADO	HORARIO	DESCANSOS	MIN. TRABAJADOS
Lunes a Viernes	6:30 am a 3:30 pm	20 min a las 8:40 am	500
		20 min a las 11:40 am	
Sábado	6:30 am a 12:30 pm	20 min a las 8:40 am	340

Fuente: Autores

De lo anterior se concluye que la empresa trabaja un total de 2840 minutos semanales; se podría decir que la empresa está desperdiciando 40 minutos semanales de trabajo según la norma colombiana que indica que un trabajador debe laborar 48 horas semanales (2880 minutos).

La empresa no ha realizado un estudio de tiempos de la línea de gas por consiguiente no conoce las duración del ciclo de producción ni la capacidad instalada de la línea. Sólo se poseen tiempos de fabricación de los tornos C.N.C, pues éstos brindan la información automáticamente.

El tiempo de despacho (lead time)* se ha calculado de una manera empírica, pues la empresa ha tratado de implementar formatos de control de tiempos, pero los operarios no los llenan a conciencia, y muchas veces la información registrada no es la real.

De esta manera se procede a levantar el estudio de tiempos para la línea de gas, obteniendo así tiempos tipo para cada operación que se resumen en la tabla 7. El análisis y metodología aplicada en este estudio se puede observar en el anexo 20, no obstante para la operación de galvanizado y pintura se cuenta con tiempos y número de piezas estándares y predefinidos, los cuales se encuentran registrados en el anexo 21. Los respectivos tiempos de alistamiento de cada máquina mencionada en los anexos 20 y 21 anteriores se pueden observar en el anexo 22.

* Tiempo aproximado de entrega de los pedidos a los clientes desde que se genera la orden de producción hasta la entrega al cliente.

Tabla 7. Resumen de tiempos tipo

OPERACIÓN		TORNO DANOBAT	TALADRO D.	FRESA MILWAUKEE	ROSCADORA	C.N.C.	TALADRO C.	WARNER I	WARNER II	CORTADORA DISCO	ESMERIL	PRENSA HIDRAULICA	DOBLADORA ZETOR	TORNO CAMPORESSI	SEGUETA SINFIN	TALADRO MECANIZADO	GALVANIZADO PINTURA	ENSAMBLE	TOTAL	DISPOSITIVO CARAS PLANAS
PRODUCTO	PIEZA																			
Conector M. Plato CMP 1/2" Conector Ciego CC 1/2"	Espigo	46.63	3.07	25.52	12.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	15.00	3102.93	10.10
	Tuerca plato	-	-	-	-	50.82	6.52	13.63	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
Conector Medidor CM 1/2"	Espigo	46.63	3.07	25.52	12.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000	15.00	3102.93	10.10
	Tuerca	-	-	-	-	50.82	-	13.63	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
Conector Curvo CU 3/8" Conector Curvo CU 1/2"	Tubo	-	5.55	-	-	29.59 40.67	-	-	-	35.78	13.62	48.58	44.22	-	-	-	10800	15.00	11033	-
	Tuerca plato	-	-	-	-	50.82	6.52	13.63	-	-	-	-	-	-	-	-	10800			-
Unión Univ. UU 3/8" MM	Espigo s.	-	-	40.59	25.23	-	-	-	-	-	-	-	-	88.54	-	-	1800	15.00	2451	6.00
	Tuerca	-	-	-	-	47.19	-	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	1800			-
	Espigo d. M	-	-	40.59	-	163.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800			6.00
Unión Univ. UU 1/2" MM	Espigo s.	-	-	40.59	25.23	-	-	-	-	-	-	-	-	88.54	-	-	3000	15.00	3219.36	8.00
	Tuerca	-	-	-	-	47.19	-	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
	Espigo d. M	-	-	40.59	-	163.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			8.00
Unión Univ. UU 3/8" MH	Espigo s.	-	-	40.59	25.23	-	-	-	-	-	-	-	-	88.54	-	-	1800	15.00	1969.36	6.00
	Tuerca	-	-	-	-	47.19	-	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	1800			-
	Espigo d. H	-	-	-	-	136.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1800			-
Unión Univ. UU 1/2" MH	Espigo s.	-	-	40.59	25.23	-	-	-	-	-	-	-	-	88.54	-	-	3000	15.00	3169.36	8.00
	Tuerca	-	-	-	-	47.19	-	26.90	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
	Espigo d. H	-	-	-	-	136.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
Elevador EMD 1/2" M IPS Elevador EMD 3/4" M IPS	Cuerpo	-	-	-	-	106.04	-	-	172.17	-	-	-	-	-	167.69	-	3000	15.00	3475.9	-
	Racor M IPS	-	-	-	-	179.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3000			-
Elevador EMD 1/2" H IPS Elevador EMD 3/4" H IPS	Cuerpo	-	-	-	-	106.04	-	-	172.17	-	-	-	-	-	167.69	-	3000	15.00	3475.9	-
	Racor H IPS	-	-	-	-	156.78	-	-	16.84	-	-	-	-	-	-	34.63	3000			-
Elevador EMD 1/2" H CTS	Cuerpo	-	-	-	-	106.04	-	-	172.17	-	-	-	-	-	167.69	-	3000	15.00	3475.9	-
	Racor H CTS	-	-	-	-	169.49	-	-	16.84	-	-	-	-	-	-	34.63	3000			-
Elevador Monolítico EM 1/2"	Cuerpo	-	-	-	-	106.04	-	-	172.17	-	-	-	-	-	167.69	-	3000	15.00	3475.9	-
	Corazón	-	-	-	-	39.39	-	-	-	-	-	29.89	-	-	-	-	3000			-

Fuente: Autores

La tabla 7 se elaboró teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- Los tiempos de la máquina llamada “Dispositivo de Carasplanas” son tomados después del estudio a todas las demás máquinas, esto por la razón que fue una máquina totalmente construida por la empresa para solucionar el problema de recurso compartido que era la Fresa Milwaukee.
- En la referencia del conector curvo con la máquina del Control Numérico Computarizado (C.N.C.) se observan dos tiempos diferentes, esto es por la razón que esa pieza se debe realizar un proceso y después vuelve a realizar otro proceso diferente.
- Los tiempos de pintura y galvanizado son los tiempos requeridos para que una pieza sea pintada y/o galvanizada. Para la optimización de esta operación se utilizan lotes de tamaño específicos para cada producto.
- Los tiempos de ensamble están definidos por producto terminado.
- El tiempo total de cada producto es calculado sin tener en cuenta el dispositivo de Carasplanas (se toma el tiempo de la fresa Milwaukee), y con la pieza de mayor demora.

5.7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD INSTALADA EN LA EMPRESA

La capacidad instalada hace referencia al nivel de producción que el sistema en conjunto lograría trabajando al máximo de la capacidad de su recurso restrictivo de producción en un periodo específico de tiempo.

En el análisis de la capacidad instalada se debe tener en cuenta el tiempo real productivo de la jornada laboral, el estudio de tiempos de cada uno de los procesos que intervienen dentro la fabricación de los productos de la línea de gas y sus respectivos tiempos de alistamiento, mencionados en el anterior numeral; además este análisis se realizó con un porcentaje de utilización del 100% en cada una de las operaciones en una sola jornada laboral. En la tabla 8 se muestra las unidades mensuales máximas producidas, si solo se fabricara cada una de las referencias para la línea de gas.

El tiempo real de producción mensual para cada una de las máquinas y operaciones mencionadas en la tabla 8 se calculó con la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo real} \\ \text{producción mes} = & \left(\left(500 \frac{\text{mins. diarios}}{\text{semanales}} - \text{Tiempo} \right) * 5 \text{ días} \right. \\ & \left. + \left(340 \frac{\text{mins.}}{\text{sabatinos}} - \text{alistamiento} \right) \right) * 4 \text{ sem} * 60 \text{ s} \end{aligned}$$

Se puede concluir a partir de las tablas 7 y 8 que el centro de trabajo C.N.C es el recurso restrictivo para cada una de las referencias de gas y por tal es éste quien determina la capacidad mensual de cada una de ellas, además se puede observar que el Warner I también es recurso restrictivo, pues las diferencias de unidades entre estos dos centros de trabajo son muy mínimas.

Caso especial es la referencia de los conectores medidores, pues cuenta con dos recursos cuello de botella, siendo C.N.C. el más lento seguido del torno Danobat, causando la no satisfacción de la demanda en aproximadamente 2730 conectores medidores.

Tabla 8. Capacidad instalada mensual en los centros de trabajo

OPERACIÓN		TORNO DANOBAT	TALADRO D.	FRESA MILWAUKEE	ROSCADORA	C.N.C.	TALADRO C.	WARNER I	WARNER II	CORTADORA DISCO	ESMERIL	PRENSA HIDRAULICA	DOBLADORA ZETOR	TORNO CAMPORESSI	SEGUETA SINFIN	TALADRO MECANIZADO	DISPOSITIVO CARASPLANAS	GALVANIZADO	PINTURA
PRODUCTO	PIEZA																		
Tiempo real de producción mensual (segundos)		<u>638400</u>	<u>681600</u>	<u>645600</u>	<u>595200</u>	<u>616800</u>	<u>619200</u>	<u>616800</u>	<u>616800</u>	<u>681600</u>	<u>681600</u>	<u>667200</u>	<u>652800</u>	<u>616800</u>	<u>645600</u>	<u>619200</u>	<u>652800</u>	<u>638400</u>	<u>638400</u>
Conector M. Plato CMP 1/2" Conector Ciego CC 1/2"	Espigo	13690	222019	25294	46829	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96950	34048	-
	Tuerca plato	-	-	-	-	12136	94969	45253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
Conector Medidor CM 1/2"	Espigo	13690	222019	25294	46829	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96950	34048	-
	Tuerca	-	-	-	-	12136	-	45253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
Conector Curvo CU 3/8" Conector Curvo CU 1/2"	Tubo	-	122810	-	-	20844 15165	-	-	-	19049	50044	13734	14762	-	-	-	-	-	17733
	Tuerca plato	-	-	-	-	12136	94969	45253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17733
Unión Univ. UU 3/8" MM	Espigo s.	-	-	23861	23590	-	-	-	-	-	-	-	-	6966	-	-	108739	56746	-
	Tuerca	-	-	-	-	13070	-	22929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56746	-
	Espigo d. M	-	-	23861	-	3766	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108739	56746	-
Unión Univ. UU 1/2" MM	Espigo sencillo	-	-	23861	23590	-	-	-	-	-	-	-	-	6966	-	-	81554	34048	-
	Tuerca	-	-	-	-	13070	-	22929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
	Espigo d. M	-	-	23861	-	3766	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81554	34048	-
Unión Univ. UU 3/8" MH	Espigo s.	-	-	23861	23590	-	-	-	-	-	-	-	-	6966	-	-	108739	56746	-
	Tuerca	-	-	-	-	13070	-	22929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56746	-
	Espigo d. H	-	-	-	-	4511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56746	-
Unión Univ. UU 1/2" MH	Espigo s.	-	-	23861	23590	-	-	-	-	-	-	-	-	6966	-	-	81554	34048	-
	Tuerca	-	-	-	-	13070	-	22929	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
	Espigo d. H	-	-	-	-	4511	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
Elevador EMD 1/2" M IPS Elevador EMD 3/4" M IPS	Cuerpo	-	-	-	-	5816	-	-	3582	-	-	-	-	-	11549	-	-	12768	-
	Racor M IPS	-	-	-	-	3440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34048	-
Elevador EMD 1/2" H IPS Elevador EMD 3/4" H IPS	Cuerpo	-	-	-	-	5816	-	-	3582	-	-	-	-	-	11549	-	-	12768	-
	Racor H IPS	-	-	-	-	3934	-	-	36627	-	-	-	-	-	-	17880	-	34048	-
Elevador EMD 1/2" H CTS	Cuerpo	-	-	-	-	5816	-	-	3582	-	-	-	-	-	11549	-	-	12768	-
	Racor H CTS	-	-	-	-	3639	-	-	36627	-	-	-	-	-	-	17880	-	34048	-
Elevador Monolítico EM 1/2"	Cuerpo	-	-	-	-	5816	-	-	3582	-	-	-	-	-	11549	-	-	12768	-
	Corazón	-	-	-	-	15658	-	-	-	-	-	22321	-	-	-	-	-	34048	-

Fuente: Autores

 R. Cuello botella

 R. Restrictivo

5.8. VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Como se ha mencionado el VSM es una de las herramientas principales para la identificación y mejoras de este proyecto, a continuación se presenta el análisis del estado inicial de la línea de gas.

5.8.1. Elección de una familia de productos y recolección de los datos necesarios en la Línea de Gas. Una de las razones más importantes por la que se debe enfocar en la familia de productos son los clientes, pues lo más importante es satisfacer sus necesidades. Para encontrar dicha familia se procede a realizar un diagrama de Pareto*, que se puede observar en la ilustración 10, y en este se puede visualizar que las familias del *conector medidor* y el *conector curvo* que son los de mayor demanda, según las proyecciones realizadas para el año 2.009.

Tabla 9. Tabla de demanda promedio mensual proyectada para el año 2.009.

REFERENCIA	FAMILIA	DEMANDA PROMEDIO MENSUAL
CM	Conector Medidor	14.866
CU	Conector Curvo	3.142
UU-MM	Unión Universal Macho-Macho	2.578
EMD IPS/CTS H	Elevador Modular IPS/CTS Hembra	1.528
EMD IPS/CTS M	Elevador Modular IPS/CTS Macho	686
EM	Elevador Monolítico	262
UU-MH	Unión Universal Macho-Hembra	45
TOTAL DE PRODUCTOS		23.137

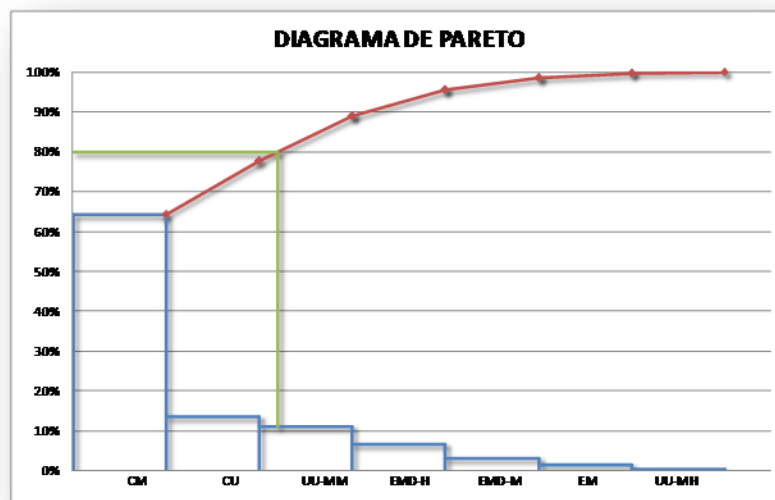
Fuente: Información suministrada por la empresa

Para lograr los datos necesarios para la construcción del VSM es precisa la colaboración de los departamentos de logística y de los diferentes entes que gestionan los procesos, los operarios y las personas que contribuyen en la producción directa. Para coordinar toda esta información es necesaria la figura de

* El diagrama de Pareto aplicado a la dirección de operaciones permite trabajar con aproximadamente el 20% de las referencias de los productos, ya que estas representan el 80% de la producción en esta línea.

un Value Stream Manager*, quien es el que dibuja el mapa y decide que mejoras de cada departamento son claves para optimizar la cadena de valor.

Ilustración 10. Diagrama de Pareto para la línea de accesorio de gas



Fuente: Autores

5.8.2. Mapeo de la situación inicial. Para la realización del VSM del *conector medidor* y *conector curvo*, se elaboró una jornada en donde todas aquellas personas involucradas directamente** en la fabricación de los productos, y también los Value Stream Managers*** quienes dirigieron toda la jornada; en este punto se establecen los límites o fronteras del VSM, para este caso se trabajará a un nivel MACRO****, que abarca desde el momento que la materia prima ingresa a la planta, hasta el despacho del producto terminado al cliente.

* Persona externa a los departamentos involucrados en el proceso, que tenga una perspectiva necesaria para entender la cadena de suministro entera de la familia de productos escogidos, en este caso los autores fueron las personas encargadas de dicha labor.

** 14 Operarios de la línea de gas.

*** Autores del proyecto.

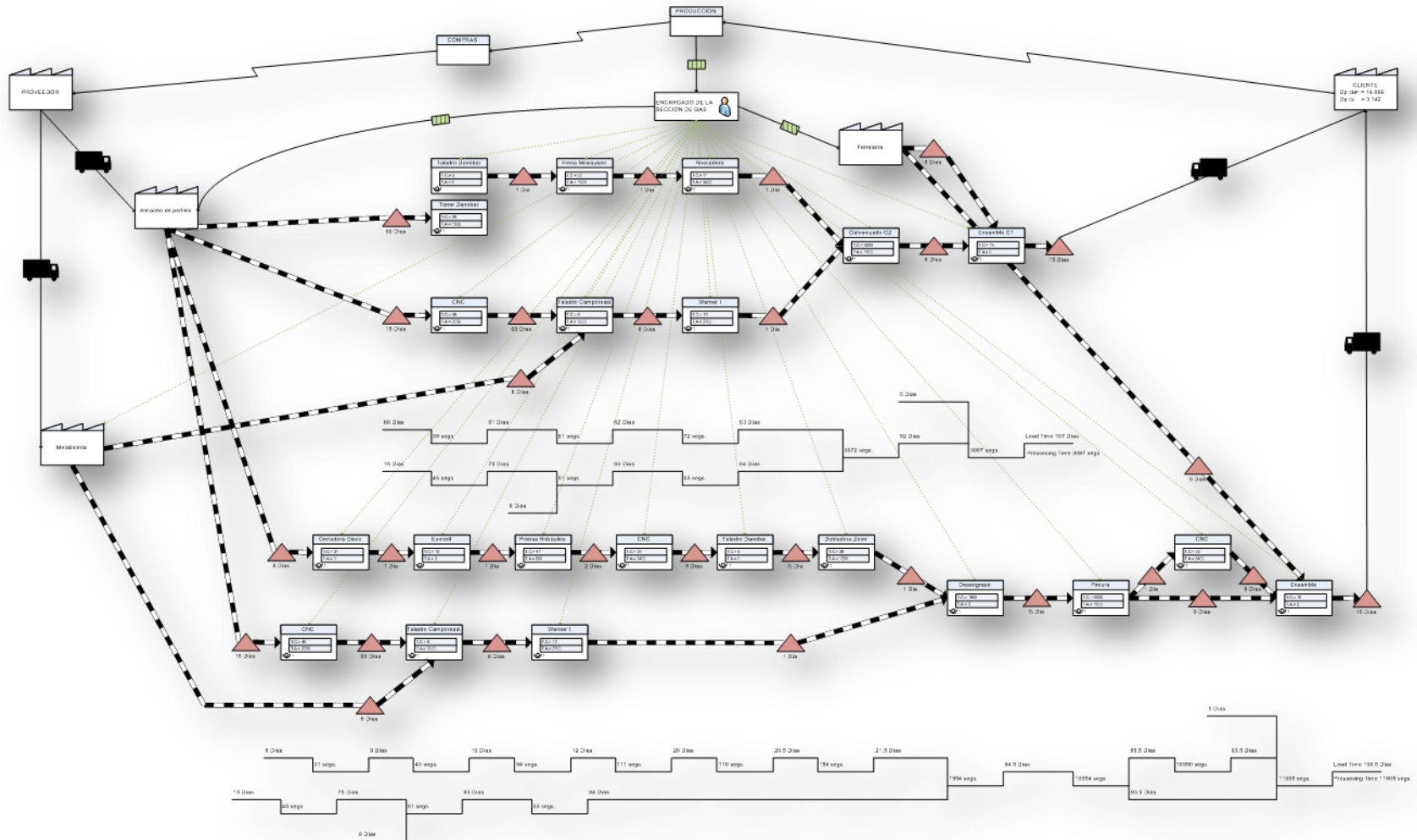
**** Mapeo realizado a nivel de la planta, sin incorporar el desarrollo a nivel de los clientes y proveedores, los cuales se incluirían dentro de un nivel MEGA.

El inicio de la actividad se dio con una charla para crear conciencia sobre la necesidad de la elaboración e importancia que tiene la colaboración de cada uno de ellos en la realización del mapeo del conector medidor y conector curvo; a continuación se explicó la simbología a utilizar (ver anexo 23), para después levantar la información necesaria sobre el proceso y mapeándolo según los pasos de un VSM; por último se revisó el trabajo final junto con los operarios verificando si realmente lo plasmado en el mapa es lo que está sucediendo con el *conector medidor* y con el *conector curvo* en la empresa.

De esta manera el Value Stream Mapping inicial del *conector medidor* y *conector curvo* se observa en la ilustración 11. En esta se destacan 4 proveedores, de los cuales 1 se considera como proveedor externo de la empresa, los otros 3 (metalistería, almacén de perfiles y ferretería) corresponden a departamentos internos de la empresa.

El proceso de producción inicial de los dos productos elegidos, se puede resumir en que el cliente realiza un pedido, el departamento de producción lo recibe y produce dos órdenes de producción, la primera la envía por medio magnético al departamento de compras en donde verifica el inventario y si es el caso procede a la reposición de inventarios de materia prima; y la otra orden de producción impresa se la da al encargado de la sección de gas. La persona encargada de la sección de gas procede a realizar órdenes por escrito al almacén de perfiles y a ferretería para liberar el material necesario para alimentar la línea; procediendo también a informar a cada operario encargado de producir el *conector medidor* y el *conector curvo* sobre cuánto debe fabricar y en que periodo de tiempo lo debería realizar para entregar la orden de producción en la fecha estimada; a partir de ese punto cada operario comienza a realizar su labor sin tener en cuenta los demás procesos antecesores y/o sucesores.

Ilustración 11. Value Stream Mapping inicial.



Fuente: Autores.

Los lead time iniciales del *conector medidor* y *conector curvo* corresponden a 107 y 108.5 días los cuales son demasiados altos en comparación con los tiempos de procesamiento* de 51.45 y 183.42 minutos respectivamente. La diferencia en los tiempos está dada por el almacenamiento de las piezas como producto en proceso entre cada una de las operaciones.

- Análisis de pérdidas

Una vez conocidos los procesos de producción (ver anexo 18 y 19), el tiempo de trabajo (ver anexo 20, 21 y 22) y las necesidades del cliente (ver tabla 9) y de haberlas plasmado en el VSM del estado inicial, se analizarán las pérdidas existentes. Para identificar y cuantificar estas pérdidas se tomó una serie de ítems¹⁵ como guía para hacer las mejoras necesarias con el fin de optimizar la cadena de suministro según el principio del Lean Manufacturing y dibujar el VSM del estado futuro.

- Ritmo de producción

En el ritmo de la producción se puede encontrar tres posibles escenarios: sobreproducción, subproducción y lo demandado. La sobreproducción significa producir más de lo demandado o de producir antes de lo necesario, por el contrario la subproducción es fabricar por debajo de lo demandado y el estado ideal es producir lo demandado. Para analizar el tipo de ritmo de producción en la línea de accesorios de gas, es necesario calcular el Takt time**.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de trabajo disponible en el día}}{\text{Demanda del cliente en el día}}$$

* Suma de los tiempos de ciclo de las operaciones

¹⁵ ANTUNEZ RUIZ, Marta. Optimización de una cadena de suministro. Universidad Politécnica de Cataluña, 2006, pág. 44.

** Tiempo máximo permitido para producir un producto con el fin de satisfacer la demanda.

Se trabaja en 1 jornada laboral de 8 horas al día, lo que significa 26.400* segundos en el día. La demanda** promedio mensual es de 14.866 *conectores medidores* (CM) y 3.142 *conectores curvos* (CU), en el mes se trabajan 22 días, la demanda promedio diaria es de 572 conectores medidores y 120 conectores curvos.

$$CM \text{ Takt Time} = \frac{26400}{572} = 46.15 \text{ segundos} / \text{conector medidor}$$

$$CU \text{ Takt Time} = \frac{26400}{120} = 220 \text{ segundos} / \text{conector curvo}$$

Este número, sin embargo, no da una imagen clara sobre si se está en sobreproducción o subproducción, porque el valor indica el tiempo con que se debe fabricar un producto para poder satisfacer la demanda. Si se calcula la inversa se puede ver la velocidad a la que tienen que ir los dos productos para satisfacer las demandas del cliente.

$$CM \text{ Velocidad de la linea} = 1.3 \text{ conector medidor} / \text{minuto}$$

$$CU \text{ Velocidad de la linea} = 0.27 \text{ conector curvo} / \text{minuto}$$

Comparando estas cifras con las iniciales (0,567 conector medidor/minuto y 0.248 conector curvo/minuto), se observa que se presenta dos situaciones: la primera que la empresa está fabricando al ritmo que los clientes necesitan respecto al conector curvo que según los principios del VSM es nivel ideal*** de producción y la segunda situación se observa con los conectores medidores que se está fabricando a una velocidad más lenta de lo demandado, atrasos que ocasionan el incumplimiento en los despachos de la mercancía, lo que ha conllevado a tomar

* Según lo analizado en el numeral 5.6 del presente capítulo.

** Demanda calculada por el departamento de mercadeo según las licitaciones a participar en el año 2.009.

*** No se presenta subproducción ni sobreproducción.

malas decisiones de producción para tratar de satisfacer las necesidades de los clientes. Decisiones como maximizar las producciones de los recursos restrictivos* como el CNC, donde se realiza una mala programación de la maquinaria diferente a las necesidades de la empresa.

- Inventarios

El inventario es otra principal pérdida común, ya que supone no solo una pérdida de espacio en la planta sino también un capital inmovilizado para la empresa y un costo de almacenaje y manipulación. Por lo tanto, el objetivo es minimizarlo y eliminarlo cuando sea posible. Existen tres tipos de inventarios: materias primas, producto en proceso y producto terminado. Según el Lean manufacturing, para reducir o eliminar estos tipos de inventarios se deben crear flujos continuos, FIFO o supermercados** cuando no se puede implementar el flujo continuo.

Inventario de materia prima

La materia prima de la Línea de Gas es importada de Inglaterra, por lo cual las cantidades de inventarios son elevadas. El pedido es realizado de acuerdo a las expectativas del pronóstico de ventas.

Las condiciones de almacenamiento de las varillas de acero no es la adecuada (al aire libre) provocando daños y deficiencias en la materia prima. Debido al tipo de almacenamiento el material es utilizado de acuerdo a la norma LIFO.

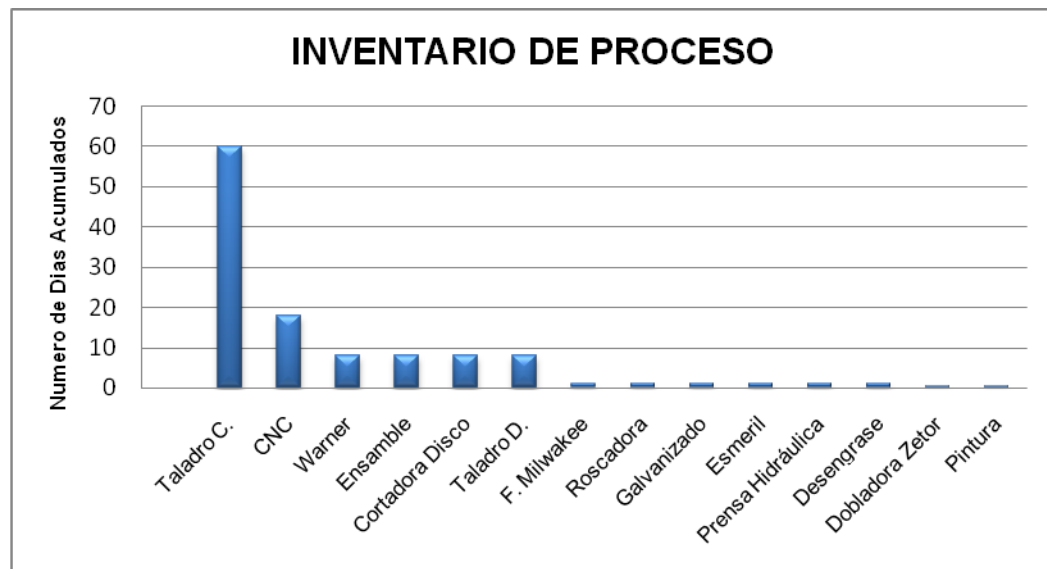
Inventario de producto en proceso

* Recursos identificados por medios empíricos, sin análisis de balanceo de las líneas.

** Inventario controlado de piezas que se emplea para programar la producción.

En el estado inicial, las distintas operaciones de producción, son autónomos en su programación de producción y existe un inventario de producto intermedio entre ellos, encontrando puntos de stock de 1 a 60 días (ver ilustración 12). Para intentar eliminar el inventario intermedio entre dos procesos se puede introducir un flujo continuo siempre y cuando los dos procesos tengan un tiempo de ciclo similar.

Ilustración 12. Inventario en proceso



Fuente: Autores

Se observa que la mayor parte de inventarios acumulados se encuentran en las operaciones realizadas por el Taladro de árbol Camporessi; el primer inventario es causado porque la actividad anterior (Torno CNC) realiza grandes lotes de producción y en jornadas laborales adicionales* a las demás máquinas y procesos. Además de los grandes inventarios se puede observar que el tiempo mínimo de estos son de medio día, que a comparación del tiempo de ciclo de trabajo por máquina es alto, lo que conlleva a tener grandes lotes de inventario y

* Decisión por parte del departamento de producción, al ver que el recurso restrictivo en la planta son los tornos CNC.

ocupando varias zonas alrededor de las máquinas para el almacenamiento de estas.

Además del problema de grandes inventarios que presenta la línea de producción, estos presentan falencias en calidad, es decir, los productos solo son inspeccionados al final* de la línea donde se encuentra una gran cantidad de productos defectuosos, que deben ser desechados y catalogados como chatarra, puesto que realizar un reproceso sobre ellas es totalmente inútil, porque se pierden los requerimientos de los clientes. Este problema conlleva a que la línea tenga grandes pérdidas por materia prima y tiempo laborado.

- Espera

La espera es una pérdida que hace disminuir la productividad de las unidades y causa malestar en los trabajadores de la planta. Para eliminar esta pérdida se debe optimizar la relación y la compenetración entre operaciones y unidades.

La espera se nota en el proceso de ensamble y empaque, como se había mencionado antes el *conector medidor* consta de dos piezas, donde en galvanizado trabaja a en ciclos de 3000 segundos para lotes de 160 piezas, los cuales son solo de espigo, solo tuercas o combinación desproporcionada de los dos, de esta manera ensamble debe esperar y seguir acumulando inventario en proceso.

Espera de las máquinas compartidas (Fresa Milwaukee, Roscadora, tornos C.N.C) a causa de otros procesos de producción de diferentes líneas.

- Actividades innecesarios

* La inspección se realiza al 100% de los productos fabricados.

Realizar actividades que no son necesarias, es claramente una actividad que no agrega valor, y por lo tanto es una pérdida que debe ser eliminada. La actividad que es realmente innecesaria en la línea es el flujo de información verbal que debe realizar el encargado de la sección de gas hacia cada uno de los operarios.

- Otras pérdidas

Existen otras actividades que no dan valor añadido y pueden ser consideradas como pérdidas, éstas son:

- Transporte excesivo de materiales¹⁶ y de personas ocasionado por la distribución de las máquinas.
- Desniveles en el piso causan deterioro de las piezas debido a caídas y roce entre ellas.
- La empresa no cuenta con un mantenimiento preventivo de las máquinas lo que ocasiona paradas repentinas en ellas y por ende en la producción.
- En el proceso no existe una forma adecuada de almacenar el producto en proceso, se hace en canecas de plástico que causan un difícil manejo de las mismas y no se puede llevar un control de las piezas fabricadas.
- En el área de ensamble se tiene una gran cantidad de producto terminado almacenado en grandes baldes, esto ocasiona deterioro en las piezas, las cuales deben ser reprocesadas por la operación de galvanizado.
- La bodega de repuestos es compartida, es decir, en ella se encuentra un pallet donde es colocado el producto terminado de la Línea de Gas en un tipo de almacenamiento por arrumes sin ningún orden ni demarcación.
- Los operarios no llevan el control, ni realizan el muestreo para las pruebas de calidad y de esta manera no llevan el control del proceso. Se generan piezas

¹⁶ Ver diagramas de recorrido de los productos de gas. Capítulo 6, página 83.

defectuosas en la sección de ensamble, cuyo error de producción fue causado en la primera operación.

- La línea de fabricación no cuenta con herramientas propias, lo que ocasiona paradas y pérdidas pues deben ir a buscarlas.
- Los tornos C.N.C trabajan de manera independiente, es decir, producen sin tener en cuenta las operaciones sucesoras, creándose inventario de producto en proceso.
- Fallas en el producto a causa de planos desactualizados y por ausencia de los mismos.
- Se observa los puestos de trabajo desordenados, con hojas, piezas defectuosas y mugre cerca de ellas.
- Las paredes y pisos se encuentran en mal estado y sucias. Continuamente se encuentran fugas de aceites y taladrina provenientes de las máquinas en los pisos.

Las anteriores pérdidas son plasmadas en el VSM actual que se muestra en la ilustración 13.

Las anteriores pérdidas también fueron encontradas por medio del análisis de despilfarros y de análisis de 5S's, que se encuentran en el anexo 24 y anexo 25 respectivamente.

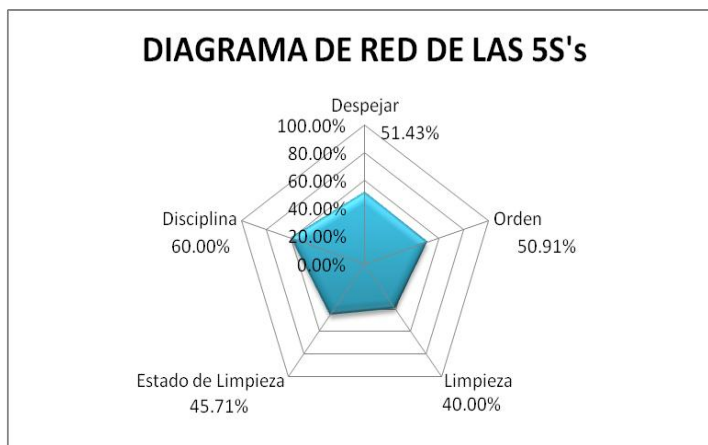
La lista de chequeo de 5S's dio como resultado:

Tabla 10. Puntajes obtenidos análisis de 5S's

	PUNTAJE MÁXIMO ESPERADO	PUNTAJE OBTENIDO	% CUMPLIMIENTO
Despejar	35	19	54,29%
Orden	55	18	32,73%
Limpieza	35	19	54,29%
Estado de Limpieza	35	17	48,57%
Disciplina	40	25	62,50%
TOTAL	200	98	49,00%

Fuente: Autores

Ilustración 13. Diagrama de red de las 5S's



Fuente: Autores

De acuerdo a la Ilustración 13 se puede concluir, que el nivel de cumplimiento en la línea de accesorio de gas es del 49%, lo cual es bajo. La S de menos cumplimiento es Seiton (orden), pero es debida en gran mayoría por los procesos y por el tipo de material utilizado, le sigue Seiketsu (Estado de limpieza) pues los empleados no usan los implementos de seguridad y el estado de las instalaciones no es el adecuado.

5.8.3. Mapeo de la situación futura. De acuerdo al diagnóstico realizado e identificadas las deficiencias y desperdicios del proceso (estado actual), es preciso entrar a analizar cuáles de esos puntos se pueden convertir en opciones de mejora para visualizar el estado futuro de la línea de gas.

El estado futuro es aquel al que la empresa desea llegar para optimizar sus recursos, este mapeo futuro lo podemos observar en la ilustración 14. El desglose de las mejoras para poder llegar al estado futuro se podrán observar en el siguiente capítulo.

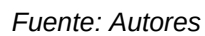
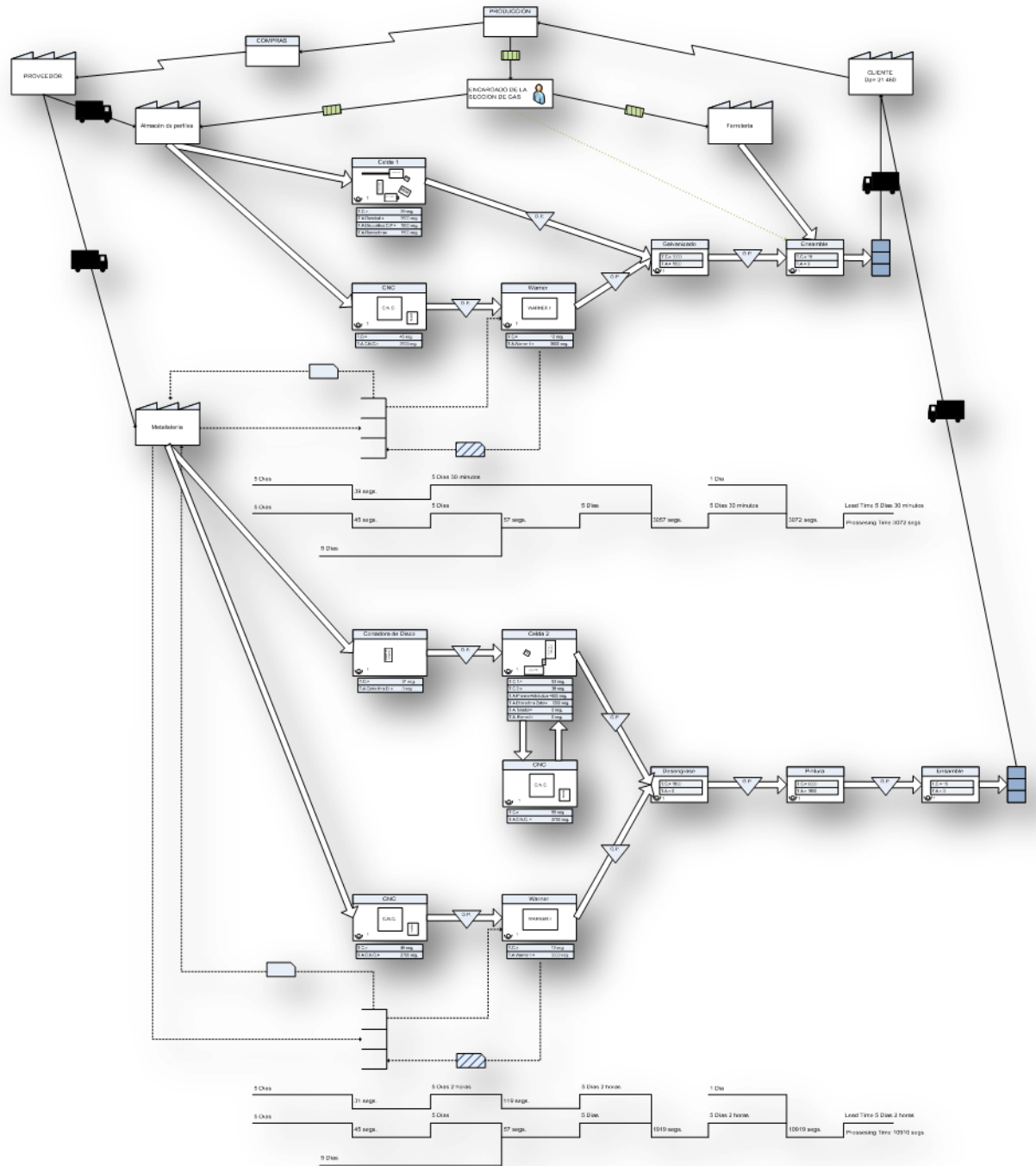


Ilustración 15. Value Stream Mapping futuro



Fuente: Autores

6. OPCIONES DE MEJORA

En este capítulo se realiza un análisis de mejora-desperdicio, los cuales son evaluados de acuerdo a unos criterios para priorizar la implementación

6.1. ESTADO FUTURO

En la tabla 11 se presentan los desperdicios encontrados en la línea de gas con las opciones de mejora para cada uno. El orden en el que se presentan en la tabla no indica la prioridad.

Tabla 11. Oportunidades de mejora encontradas.

DESPERDICIO	OPCION DE MEJORA
Almacenamiento de la materia prima	1. El almacén de perfiles cede un espacio para el almacenamiento de las varillas. Evita el deterioro de la materia prima. 2. Lograr un uso de materia prima de acuerdo al método FIFO gracias al nuevo tipo de almacenamiento.
PENAGOS HERMANOS no cuenta con un mantenimiento preventivo de la maquinaria lo que ocasiona paros no programados en la producción. Los paros en las máquinas no son registrados.	3. Crear en los empleados una cultura de mantenimiento autónomo. 4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en la línea de gas. 5. Crear un formato para el registro de las paradas no programadas.
Maquinaria fuera de servicio en el área destinada para la línea de gas.	6. Realizar un diagnóstico a la maquinaria para poder tomar la decisión de su destino (chatarra, arreglo para funcionamiento, venderla)
Distribución de planta no adecuada que genera grandes distancias, recorridos e inventario de producto en proceso.	7. Realizar un análisis de los procesos y secuencias para lograr una nueva distribución teniendo en cuenta una posible distribución por celdas de trabajo. 8. Búsqueda y adecuación de la entrada del personal.

DESPERDICIO	OPCION DE MEJORA
El control de calidad no es realizado en cada uno de los procesos, como resultado es obligatoria una inspección del 100% en la sección de ensamble. También trae como consecuencia pérdida de trabajo y tiempo de elaboración de las piezas defectuosas.	9. Capacitación sobre los aspectos relacionados con el tema de calidad y de esta manera crear conciencia sobre los costos y pérdidas que esto trae consigo. 10. Inspección de acuerdo al sistema de gestión de la calidad.
Los empleados no llevan el control de piezas producidas ni del producto defectuoso. El control es llevado con el formato de despacho del producto terminado, pero este no registra el producto defectuoso y no se pueden obtener datos de la productividad de los empleados.	11. Revisión de los formatos actuales según las necesidades y requerimientos de la línea. Si existe la necesidad se crearán formatos independientes para la línea.
El flujo de información, pues no existe en la empresa un sistema global de información, debido a que se realiza de forma escrita y verbal generándose errores y diferencias en los inventarios de producto terminado y de suministros.	12. Lograr que exista un menor flujo de información y que este sea de manera sistematizada.
Grandes cantidades de producto en proceso generado por los métodos de almacenamiento.	13. Tobogán para flujo continuo de Danobat a taladro. 14. Tobogán para flujo continuo del taladro a dispositivo de caras planas. 15. Tobogán para flujo continuo del dispositivo de caras planas a la roscadora. 16. Creación de carros especiales para el transporte de producto en proceso. 17. Elaboración de un carro para el transporte de viruta.
Falta de herramienta para la elaboración de los productos; como consecuencia deben ir a buscarlas a otras secciones de la planta.	18. Conseguir la herramienta necesaria para la fabricación y asignarle un sitio y orden específico.
Desniveles de los pisos causan defectos en el producto en proceso y/o terminado.	19. Arreglo de pisos para la disminución de los daños en las piezas.
Maquinaria compartida con otras secciones de la empresa que conlleva a una espera y atraso de la producción.	20. La empresa se encuentra diseñando fabricando una máquina de ingenio propio y con ella terminar con el uso de la Fresa Milwaukee para el proceso de Carasplanas y de ésta manera sería una máquina menos de uso compartido.
El producto terminado y empacado es almacenado lejos de la sección, en condiciones no óptimas y sin un orden, posición, ni clasificación específica ocasionando problemas en el despacho del producto y en ciertas ocasiones daños en el empaque.	21. Adecuar zona con estantería apta para el almacenamiento del producto terminado de forma ordenada, demarcada y de acuerdo a las características propias (dadas por los clientes) para el almacenamiento.

DESPERDICIO	OPCION DE MEJORA
Paredes sucias, con huecos. Una columna en el área se encuentra partida y existe otra cuyo material es de madera y se encuentra en mal estado.	22. Organizar con la persona encargada de las obras civiles para corregir estos defectos. Hacer cambio de la columna de madera (evaluar según condiciones del lugar cual es el mejor material para hacerlo).
Los puestos de trabajo se encuentran desordenados, sucios y las máquinas con escapes de aceite y taladrina. La sección de ensamble se encuentra desordenada y con mezcla de producto defectuoso (de más de 4 años), producto en proceso y producto terminado. Las mesas y repisas de ensamble se encuentran desajustadas y en mal estado.	23. Realizar una jornada Kaizen para implementar las 5S's para obtener puestos y áreas de trabajo sin material o cosas innecesarias que solo hacen estorbo; limpias, libres de riesgos y organizadas para lograr un desarrollo de actividades eficiente. 24. Sensibilizar a los empleados para lograr la implementación de las 5S's. 25. Una vez se realice la jornada, es importante seguir con la capacitación y estudio sobre este tema.
Los planos de los productos se encuentran en mal estado (sucios, rotos, desactualizados), desordenados y mezclados.	26. Solicitar el cambio y/o actualización de planos de la sección de la línea de gas. Una vez sean entregados organizarlos y archivarlos en carpetas para la utilización.
Falta de señalización y demarcación de materia prima, producto no conforme, y de espacios.	27. Dentro de la jornada de 5S's tener en cuenta un espacio para disponer del producto no conforme que no sea dentro del área de ensamble. Dejar los espacios debidamente marcados y señalizados.
Ausencia de indicadores de gestión.	28. Crear un sistema de indicadores de gestión y poder encontrar posibles problemas, medir, evaluar y generar un impacto en los operarios.
Deficiencia en el sistema eléctrico e iluminación en el puesto de trabajo. Cables no aislados con riesgo eléctrico.	29. Coordinar con el profesor del SENA para la adecuación del sistema eléctrico en la nueva distribución de planta obteniendo una buena iluminación y seguridad en ella.
Tiempos de alistamiento altos	30. Lograr reducir los tiempos de alistamiento de las máquinas que posean tiempos altos.
El centro de mecanizado C.N.C trabaja de forma independiente sin tener en cuenta la programación de la línea, ya que es un recurso compartido con toda la empresa.	31. Programar de forma adecuada la producción.

DESPERDICIO	OPCION DE MEJORA
Adecuación de la zona de galvanizado.	32.Si se realiza una nueva distribución de planta en la línea de gas, es necesario evaluar también la redistribución de la zona de galvanizado pues la puerta de acceso a ésta zona se encuentra alejada de la línea de gas. Es necesario también realizar una adecuación de toda la zona, un cambio de pisos, cuarto especial para el rectificador y el shuler, cuarto y organización de productos químicos utilizados en la zona de acuerdo a las características de cada uno, y un plan o adecuación de tratamiento de aguas residuales pues la que sale de allí está muy contaminada y no cumple con las normas de la Corporación del Medio Ambiente.

Fuente: Autores

En la ilustración 16 se encuentra el VSM futuro, el cual contiene cada uno de las opciones de mejora relacionadas anteriormente.

Para determinar la prioridad de las opciones de mejora, es importante tener un criterio de evaluación y así lograr obtener un orden de importancia para su implementación. Los criterios a evaluar son:

- Costo de implementación: Nivel de la inversión para realizar la actividad a cabalidad.
- Tiempo de implementación: Nivel en razón del tiempo para que la actividad sea desarrollada en un 100%.
- Urgencia: Determina el grado de prontitud con el que debe ser implementada la actividad para poder eliminar el desperdicio.
- Realismo: Determina que tan acorde se encuentra la idea en el idealismo de la misma (parámetros reales de ejecución).
- Impacto: Mide la efectividad del resultado de la actividad, es decir, el grado en el que se afectará el estado inicial.

Cada uno de los criterios tiene un puntaje de forma cualitativa, el cual es dividido en tres rangos de decisión para cada uno de los criterios.

Tabla 12. Tabla de criterios

CRITERIO	PUNTAJE	RANGO		
		BAJO	MEDIO	ALTO
Costo de implementación	15	11-15	6-10	0-5
Tiempo de implementación	15	11-15	6-10	0-5
Urgencia	25	0-8	9-18	19-25
Realismo	10	0-3	4-7	8-10
Impacto	35	0-10	11-22	23-35
TOTAL	100			

Fuente: Autores

La tabla 13 muestra la evaluación de las diferentes opciones de mejora planteadas. No se encuentran las 32 opciones de mejora planteadas pues se han agrupado de acuerdo a la relación de las actividades.

Tabla 13. Tabla de ponderaciones de las mejoras

ACTIVIDAD	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN		TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN		URGENCIA		REALISMO		IMPACTO		TOTAL	PRIORIDAD
	15		15		25		10		35		100	
Realizar una nueva distribución de planta de la línea de gas, tomando como base el estudio elaborado, teniendo en cuenta el concepto de celdas de trabajo. Tener en cuenta el dispositivo de Carasplanas (nueva máquina).	MEDIO	7	MEDIO	9	ALTO	25	ALTO	10	ALTO	35	86	1
Mejorar el flujo continuo dentro de la celda de espigos (toboganes).	BAJO	11	BAJO	12	ALTO	24	ALTO	10	ALTO	28	85	2
Realizar una jornada Kaizen para implementar las 5S's y de esta manera obtener puestos y áreas de trabajo sin material o cosas innecesarias que solo hacen estorbo; limpias, libres de riesgos y organizadas para lograr un desarrollo de actividades eficiente.	MEDIO	10	MEDIO	6	ALTO	25	ALTO	10	ALTO	32	83	3
Adecuar zona con estantería apta para el almacenamiento del producto terminado de forma ordenada, demarcada y de acuerdo a las características propias (el peso de cada una de las cajas dado por los clientes) para el almacenamiento.	MEDIO	10	BAJO	11	ALTO	20	ALTO	10	ALTO	30	81	4
Realización de jornadas Kaizen en diferentes áreas de la planta.	MEDIO	10	MEDIO	6	ALTO	24	ALTO	10	ALTO	28	78	5
Conseguir la herramienta necesaria para la fabricación, asignarle un sitio y orden específico.	BAJO	15	MEDIO	8	MEDIO	17	ALTO	9	ALTO	28	77	6
Evaluar la redistribución de la zona de galvanizado pues la puerta de acceso a ésta zona se encuentra alejada de la línea de gas. Es necesario también realizar una adecuación de toda la zona, un cambio de pisos, cuarto especial para el rectificador y el shuler, cuarto y organización de productos químicos utilizados en la zona de acuerdo a las características de cada uno, y un plan o adecuación de tratamiento de aguas	ALTO	5	MEDIO	8	ALTO	21	MEDIO	7	ALTO	35	76	7

residuales pues el agua que sale de allí está muy contaminada y no cumple con las normas de la Corporación del Medio Ambiente.												
Lograr un uso del material FIFO gracias al nuevo tipo de almacenamiento. El almacén de perfiles cede un espacio para el almacenamiento de las varillas. Evita el deterioro de la materia prima.	BAJO	11	MEDIO	7	ALTO	20	ALTO	10	ALTO	28	76	8
Elaboración de carros para al transporte de viruta y de producto en proceso.	MEDIO	10	MEDIO	7	MEDIO	18	ALTO	10	ALTO	30	75	9
Capacitación sobre los aspectos relacionados con el tema de calidad y de esta manera crear consciencia sobre los costos y pérdidas que esto trae consigo. Realizar la inspección de acuerdo a los lineamientos del sistema de gestión de la calidad.	BAJO	11	ALTO	5	ALTO	19	ALTO	9	ALTO	30	74	10
Elaborar un plan de mantenimiento preventivo en la línea de gas.	ALTO	5	ALTO	5	ALTO	24	ALTO	8	ALTO	32	74	11
Disminución de los tiempos de alistamiento, esto se logra realizando adecuaciones a las máquinas, dispositivos y herramientas.	MEDIO	8	ALTO	5	ALTO	22	ALTO	8	ALTO	30	73	12
Crear un sistema de indicadores de gestión y poder encontrar posibles problemas, medir, evaluar y generar un impacto en los operarios.	MEDIO	10	ALTO	2	ALTO	19	ALTO	9	ALTO	33	73	13
Realización de la entrada del personal.*	ALTO	5	ALTO	3	ALTO	22	ALTO	9	ALTO	33	72	14
Revisión de los formatos actuales según las necesidades y requerimientos de la línea. Si existe la necesidad se crearán formatos independientes. Crear un formato para el registro de las paradas no programadas.	BAJO	11	MEDIO	7	ALTO	20	ALTO	8	ALTO	25	71	15
Programar de forma adecuada la producción en C.N.C.	MEDIO	7	ALTO	1	MEDIO	18	ALTO	10	ALTO	32	68	16
Crear en los empleados una cultura de mantenimiento autónomo.	BAJO	14	ALTO	1	MEDIO	15	MEDIO	7	ALTO	22	59	17
Realizar un plan de capacitación a los empleados para mantener en ellos la cultura de las 5S's.	MEDIO	9	ALTO	2	MEDIO	15	ALTO	8	ALTO	22	56	18
Lograr que exista un flujo de información sistematizado.	ALTO	2	ALTO	2	ALTO	19	MEDIO	5	ALTO	23	51	19

Fuente: Autores

7. IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS PLANTEADAS

Una vez identificados, conocidos y diagnosticados cada uno de los procesos de PENAGOS HERMANOS se procede a realizar las mejoras que el sistema y la organización esté en disposición de ejecutar de acuerdo a la tabla 13, donde se expone la prioridad según la valoración.

De acuerdo a la metodología planteada (numeral 4.7, página 56), antes de implementar mejoras dentro de la Línea de Gas se debe realizar una jornada Kaizen en la zona de pintura electrostática, por consiguiente es la primera mejora implementada en la planta, como se muestra a continuación:

7.1. JORNADA KAIZEN ZONA PINTURA ELECTROSTÁTICA

Se cumplen las etapas de la siguiente manera:

- **Concienciar:** Se realizó una capacitación (ver anexo 26, no se anexa la parte sobre 5S's pues contiene fotos e información confidencial) con la colaboración del Ing. Ramón Silva, ingeniero de Transejes, teniendo como objetivo sensibilizar a los empleados y recordarles todos los conceptos sobre las 5S's.
- **Ejecutar:** La conforman dos etapas.
 - **Planeación:** Se plantearon los objetivos de la jornada, se brinda la formación básica a todos los integrantes y se comunica el plan de trabajo. Se conforma el equipo de trabajo con el personal directo de la sección de pintura y se designaron los siguientes miembros:

Líder: Ricardo Rangel.

Coordinador: Wilson Sánchez.

Padrino: Jesús Rangel.

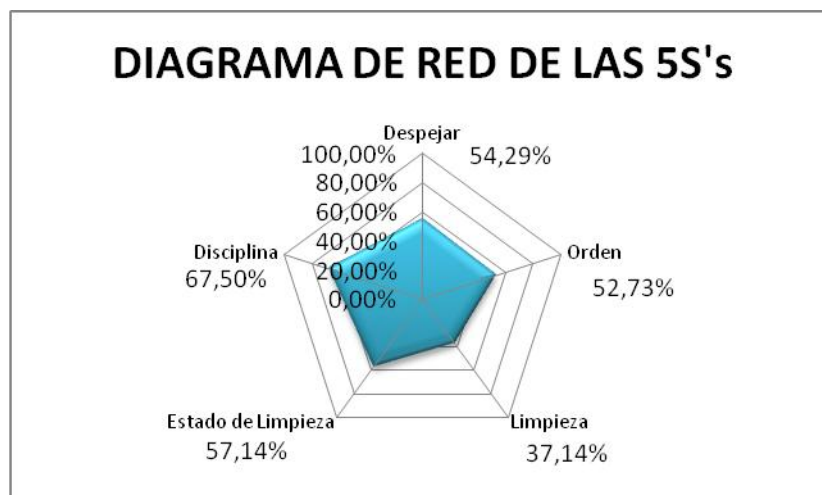
- Determinar situación actual: Se elabora el diagnóstico con la aplicación de la lista de chequeo de 5S's y haciendo el reconocimiento de cada una de las deficiencias en la zona de pintura. El diagnóstico detallado y la lista de chequeo se encuentran en el anexo 27. Los resultados de la lista de chequeo son:

Tabla 14. Resultado de lista de chequeo 5S's zona pintura

	PUNTAJE MÁXIMO ESPERADO	PUNTAJE OBTENIDO	% CUMPLIMIENTO
Despejar	35	19	54,29%
Orden	55	29	52,73%
Limpieza	35	13	37,14%
Estado de Limpieza	35	20	57,14%
Disciplina	40	27	67,50%
TOTAL	200	108	54,00%

Fuente: Autores

Ilustración 17. Diagrama de red zona pintura



Fuente: Autores

De acuerdo a la Ilustración 17 se puede concluir que es una zona que en términos generales se encuentra en condiciones aceptables. La S de menor cumplimiento es Seiso (limpieza) debido a los desperdicios de pintura electrostática en toda la zona, los pisos en mal estado y con líquidos derramados en él. Es importante resaltar la actitud positiva de los empleados hacia la jornada y los resultados que se pueden obtener.

- Planear situación futura: Una vez se elabora el diagnóstico y reconocimiento de la zona, se documenta la situación actual, indicando las principales oportunidades de mejora identificadas, las cuales se programan en un formato de actividades y responsabilidades que se encuentra en el anexo 28. Este formato es diligenciado de acuerdo al diagnóstico y gracias a la colaboración de cada uno de los integrantes del grupo, pues son las personas que mejor conocen el proceso y reconocen sus necesidades.

Dentro del análisis de la situación se pudo reconocer los siguientes problemas e inconvenientes que la zona de pintura posee:

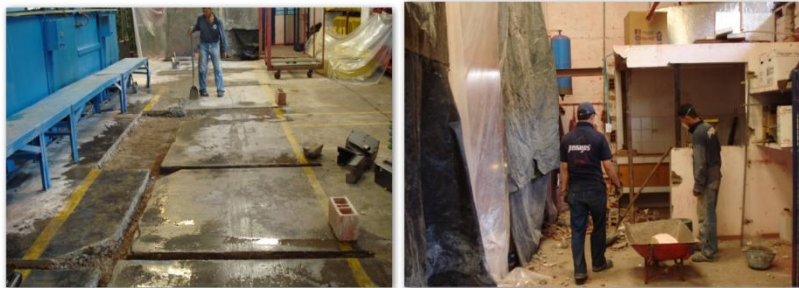
- ✓ Existen problemas con las cubas* (proceso de limpieza y desengrase) pues las piezas están saliendo con grasa y se están oxidando muy rápido y/o salen oxidadas de las cubas.
- ✓ Se está desperdiciando pintura en polvo por el diseño de las cabinas, pues no poseen un sistema que permita recuperar la pintura sobrante y por el contrario se propague por la zona.
- ✓ Piezas defectuosas al salir del curado (horno), esto se debe a la mala distribución del calor dentro de él. El proceso de encendido y preparación del horno es completamente manual lo que trae como consecuencia desperdicio en el tiempo.

* Existen 8 cubas con un volumen de 5.3 metros cúbicos, los cuales son tanques o recipientes que contienen líquidos y químicos para el proceso de limpieza y desengrase.

✓ La ubicación de las cabinas y el horno no son las adecuadas pues existen retrocesos en el proceso. En el anexo 29 se puede observar la distribución y el flujo del proceso.

- Ejecutar: La jornada central se programó para el día 20 de Marzo de 2009, pero hubo actividades que se programaron y ejecutaron desde el día 5 de Marzo, como el arreglo del piso y la adecuación del laboratorio, y así el día de la jornada central fuera realmente para implementar las primeras 3S's.

Ilustración 18. Arreglo de piso y laboratorio



Fuente: Autores

- Concluir: Una vez realizada la jornada central, es invitado el personal directivo de la empresa a la inauguración de la nueva zona de pintura. Se realizaron todas las actividades programadas para la zona, obteniendo los siguientes logros:

- ✓ Se clasificó y ordenó las estanterías de producto procesado de la zona, se limpiaron y pintaron las estanterías de acuerdo al color aplicado a las piezas.
- ✓ El piso de toda la zona queda nivelado. Se ubican tapetes frente las estanterías de cada color, para proteger las piezas de rayones y daños, defectos que antes eran muy frecuentes. El piso de toda la zona es pintado con pintura epoxica*.

* Producto especial para piso de alto tráfico y de fácil limpieza

- ✓ Se adecuó una zona para almacenar la pintura y los inyectores de polvo. Al terminar la jornada todo queda bajo llave para evitar pérdidas de materia prima y de los implementos que son utilizados a diario en la zona.
- ✓ Las gancheras y dispositivos para pintar las piezas se ubican en una zona especial.
- ✓ Se deja en la sección implementos de aseo para la limpieza diaria al final de cada jornada laboral.
- ✓ Se realiza un cambio de tejas dañadas y una limpieza a las lámparas, techos y paredes de la sección.

Ilustración 19. Zona pintura antes de la jornada



Fuente: Autores

En la tabla 15 se relacionan los problemas encontrados en el proceso y la actividad realizada para solucionarla.

Ilustración 20. Zona pintura después de la jornada



Fuente: Autores

Tabla 15. Mejoras del proceso

PROBLEMA	SOLUCIÓN
Piezas sucias y oxidadas después del proceso de limpieza en las cubas	Después de un análisis del proceso y de un estudio, se decide cambiar los productos químicos con los cuales se realiza el proceso de limpieza de las piezas. En el anexo 30 se encuentra los instructivos de preparación de planta, mantenimiento y control de cubas de inmersión pintura electrostática (anterior y nuevo).
Desperdicio de pintura en las cabinas y en el producto final	Se realizó un mantenimiento a las cabinas de pintura. Se cambió el piso interno, se instalaron bombillos especiales dentro las cabinas, se puede graduar la apertura de la cabina lográndose que la pintura no se salga de ella. Se colocaron cortinas, de acuerdo al color de, para identificarlas y evitar la contaminación de colores cuando alguna cabina no se encuentran en uso. Se lleva control de calidad en el grosor de la capa de pintura de las piezas pintadas, control que antes no se realizaba. En el anexo 31 se muestra el Instructivo preparación de planta, aplicación de la pintura electrostática y control de calidad de las piezas pintadas. Se ha logrado una disminución en la compra y utilización de pintura de un 45,91% gracias a las mejoras implementadas (ver anexo 32).

PROBLEMA	SOLUCIÓN
Piezas defectuosas provenientes del horno. Proceso manual por parte de los empleados.	Se automatizó el proceso de curado, y se están realizando pruebas para solucionar la homogenización del calor dentro del horno. Se logra disminuir el tiempo que los empleados deben estar pendientes del horno, tiempo que actualmente utilizan en pintar piezas.*
Retrocesos en los procesos	Una vez analizada la secuencia de las piezas en el proceso se decide hacer un cambio en la distribución de las cabinas y el horno (ver anexo 33 donde se muestra la nueva y actual distribución de la zona de pintura), lográndose una disminución de las distancias recorridas por color en promedio de un 15%, en el anexo 33 también se presenta la relación por color de pintura de la disminución de las distancias.

Fuente: Autores

Un mes después de realizada la jornada Kaizen, se evalúa la sección según la metodología explicada anteriormente (en el anexo 34 se observa la lista de chequeo), cuyos resultados se presentan en la tabla 16; también se muestra la comparación del antes y el después. La zona de pintura obtuvo una mejora del 30,56% en la evaluación.

Tabla 16. Comparación antes-después jornada Kaizen

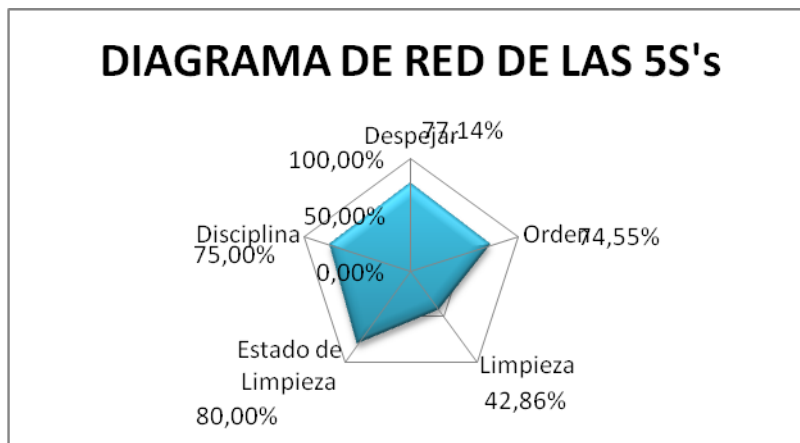
	TOTAL	PUNTAJE ACTUAL	% CUMPLIMIENTO	PUNTAJE INICIAL	% VARIACIÓN
Despejar	35	27	77,14%	19	42,11
Orden	55	41	74,55%	29	41,38
Limpieza	35	15	42,86%	13	15,38
Estado de Limpieza	35	28	80,00%	20	40,00
Disciplina	40	30	75,00%	27	11,11
TOTAL	200	141	70,50%	108	30,56

Fuente: Autores

En la ilustración 21 se nota con claridad que la S de menos cumplimiento sigue siendo Limpieza, se explica nuevamente que esto es consecuencia del tipo de pintura que se utiliza en el proceso.

* Esta mejora estuvo a cargo de un estudiante de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Ilustración 21. Diagrama de red después de jornada Kaizen



Fuente: Autores

Finalizada la implementación de la jornada Kaizen en la zona de pintura electrostática, se empieza a abordar cada una de las opciones de mejora encontradas y evaluadas dentro de la Línea de Gas.

7.2. IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE GAS

A continuación se relacionan las 19 mejoras de acuerdo a la prioridad mostrada en la tabla 13.

7.2.1. Realizar redistribución de planta de la línea de gas. Antes de comenzar un análisis de distribución de planta es necesario establecer las limitaciones a las que va a estar ligado el estudio, son importantes conocerlas para establecer el ordenamiento adecuado de los procesos.

Limitaciones:

1. Mantener la infraestructura actual de la planta de PENAGOS HERMANOS.

2. El centro de mecanizado de control numérico computarizado (C.N.C) la zona de galvanizado y la zona de ensamble no se pueden mover. Es posible hacer cambios dentro de ellas, pero no trasladarlas.
3. La zona donde se va a realizar la distribución tiene dimensiones fijas, las cuales deben ser respetadas.

Una vez conocidas las limitaciones se puede empezar con el análisis:

- **Análisis de flujo de materiales.** Todo movimiento y traslado de materia prima, producto en proceso y producto terminado entre centros de trabajo significa flujo de material. Para poder hallar el flujo de materiales dentro de un proceso productivo se requiere elaborar una matriz de doble entrada que posee, tanto en la columna como en la fila, cada uno de los centros de trabajo y maquinaria utilizada en el proceso. En la intersección de las máquinas se coloca la cantidad de material que fluye entre ellas. Para determinar el flujo de piezas se tomó como base la proyección promedio de las ventas realizada por la empresa, de acuerdo a la tabla 9 (página 65), pues la redistribución se quiere hacer con base a las necesidades de los clientes. En el anexo 35 muestra la tabla de flujo de materiales para la Línea de Gas.
- **Análisis de relación entre actividades.** El factor definitivo para determinar el grado de relación será el flujo de material, de acuerdo a esto se establece que tan lejos o cerca necesitan estar las máquinas y centros de trabajo. Se debe elaborar una matriz de relación de proximidad basada en una escala de seis niveles que van desde la absoluta necesidad de proximidad hasta la relación ordinaria. No se tuvo en cuenta la relación no importante “U” ya que significa volumen de flujo igual a cero; tampoco se tuvo en cuenta la relación indeseable “X”, pues la planta no tiene este tipo de restricción. La tabla 17 muestra la escala completa utilizada en la matriz, con los intervalos de flujo de material asignados a cada nivel de la escala.

Para hallar los intervalos no se va a tener en cuenta el flujo de material de galvanizado a ensamble, ni de ensamble a bodega, pues el 86,66% de los productos de la línea de gas deben ser galvanizados (excepto el conector curvo), todos deben ser ensamblados y todos deben ser enviados a bodega de producto terminado para poder ser despachados; de antemano se conoce que estas zonas deben quedar lo más cerca posible.

Tabla 17. Escala de relaciones de proximidad utilizada

CÓDIGO	DEFINICIÓN DE LA RELACIÓN	RANGO		
		INICIAL	FINAL	
A	Absolutamente necesaria	19.309	25.730	
E	Especial/Importante	12.888	19.309	
I	Importante	6.466	12.888	
O	Ordinaria	45	6.466	

Fuente: Autores

A pesar de no haber tenido en cuenta las zonas de galvanizado, ensamble y bodega, se obtuvo en su gran mayoría, relaciones tipo O (ver la matriz de relaciones en el anexo 36); este tipo de relación no permite hacer un análisis adecuado de la importancia en la proximidad que deben tener las máquinas. El diagrama no diferencia entre una pieza y el producto como tal, pues cada una de las piezas tiene un proceso independiente.

- Diagrama de relaciones. Una vez identificadas las relaciones entre las máquinas y centros de trabajo por medio de la matriz de relaciones de proximidad, se elabora el diagrama de relaciones (ver ilustración 22)
- Propuestas de redistribución. Después del análisis anterior, se desarrollaron tres propuestas de distribución las cuales fueron basadas en el principio de Lean Manufacturing*, desarrolladas también por el conocimiento de todos los procesos

* Flujo continuo de piezas.

y recorridos en los componentes de las piezas, junto con en la elaboración de los diagramas de flujo, recorrido y en la toma de tiempos. Por estas razones las distribuciones planteadas se obtuvieron de los análisis de producto, cantidad y ruta.

Para elaborar las propuestas de distribución se tuvo en cuenta el concepto de celdas de trabajo o grupos de tecnologías, porque cuando una fábrica está organizada por departamentos, la empresa siempre termina produciendo artículos por lotes, es decir, la operación 1 suele completarse para todo el lote antes de que el lote pase a la operación 2. Es necesario que la fábrica se organice físicamente no por funciones sino por productos o componentes de los mismos.

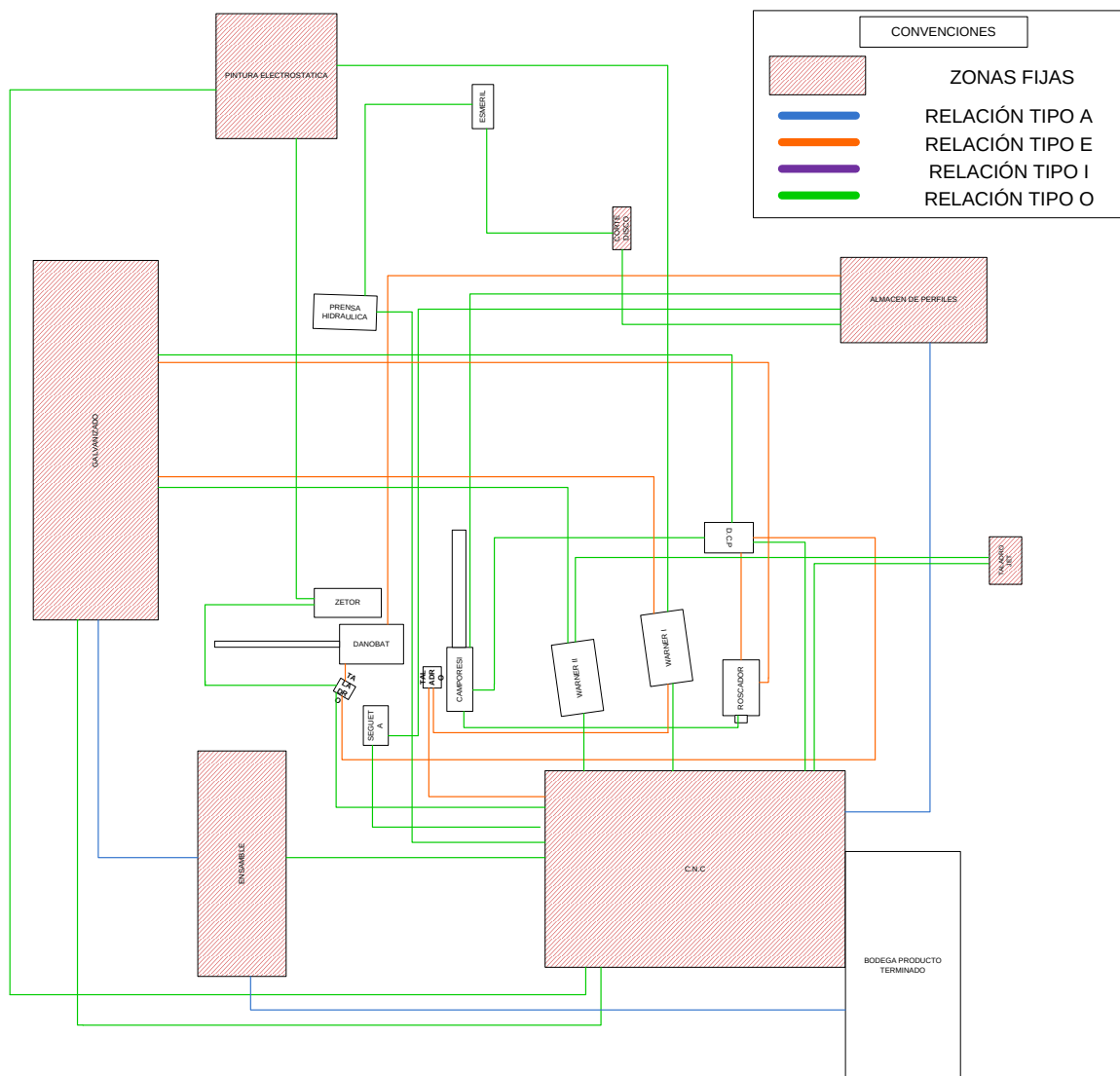
Se lograron tres propuestas de distribución que se pueden observar en el anexo 37.

Para escoger la distribución que mejor se ajuste a las necesidades y requerimientos de la Línea de Gas; para ello se tuvo en cuenta tres criterios que junto con la Gerencia y Dirección de producción se acordaron:

- La distancia total recorrida.
- El número de operarios requeridos para la operación de las máquinas.
- El área total de la zona empleada en metros cuadrados, con este criterio se evalúa el ajuste de las cosas de acuerdo al acomodo más adecuado y más realista¹⁷.

¹⁷ Diapositivas de clase de la materia Distribución de plantas, profesor Edwin Garavito

Ilustración 22. Diagrama de relaciones Línea de Gas PENAGOS HERMANOS



Fuente: Autores

Cada criterio se evalúa de la siguiente manera: se asigna tres (3) al diseño que mejor se satisfaga al criterio, dos (2) al intermedio y uno (1) al que menos lo satisfaga. En el anexo 38 se encuentra el análisis de los criterios mencionados con la evaluación realizada.

Tabla 18. Evaluación de los diseños

DISTRIBUCIÓN	RECORRIDOS	OPERARIOS	ÁREA OCUPADA	TOTAL
Diseño 1	1	3	3	7
Diseño 2	2	3	1	6
Diseño 3	3	3	2	8

Fuente: Autores

Según la tabla 18 se concluye que la alternativa más adecuada y de mayor importancia es la del Diseño 3, pues alcanza el mayor puntaje en la evaluación. Por esta razón se decide que el Diseño 3 será la nueva distribución de planta de la Línea de Gas, las actividades para realizar los cambios serán programadas dentro la jornada Kaizen, que se tratará más adelante.

Los diagramas de flujo respectivos al diseño 3 se pueden observar en el anexo 39.

Tabla 19. Resumen de diagramas de flujo y recorrido de la nueva distribución

NOMBRE	OPERACIONES			INSPECCIONES*		
	ANTES	DESPUES	%	ANTES	DESPUES	%
Conector medidor	12	12	0	10	10	0
Conector curvo	14	15	0,07	9	11	0,22
Unión universal M-M	12	12	0	13	13	0
Elevador modular H	10	10	0	8	8	0
Elevador modular M	8	8	0	7	7	0
Elevador monolítico	11	11	0	6	6	0
Unión universal M-H	11	11	0	12	12	0

NOMBRE	TRANSPORTES						ALMACENAMIENTOS**					
	ANTES		DESPUÉS		%		ANTES		DESPUÉS		%	
Conector medidor	13	276,6	8	94,3	-0,38	-0,66	13	2500	8	250	-0,38	-0,90
Conector curvo	16	304,8	13	214,2	-0,19	-0,30	15	2000	13	300	-0,13	-0,85
Unión universal M-M	14	390,3	12	160,5	-0,14	-0,59	14	2600	12	320	-0,14	-0,88
Elevador modular H	13	267,4	10	168,1	-0,23	-0,37	11	600	10	400	-0,09	-0,33

* Cantidad de inspecciones realizadas para cada producto.

** Cantidad aproximada de producto en proceso, en una jornada laboral; pues no se lleva un control exacto de la cantidad de piezas fabricadas.

Elevador modular M	13	230,2	8	104,8	-0,38	-0,54	9	600	8	400	-0,11	-0,33
Elevador monolítico	11	302,6	10	147,1	-0,09	-0,51	10	300	9	200	-0,10	-0,33
Unión universal M-H	13	355,9	11	154,8	-0,15	-0,57	13	2600	11	320	-0,15	-0,88

Fuente: Autores

En las operaciones e inspecciones no hubo cambios, pues el proceso de manufactura es el adecuado. Solo se presentó un cambio en el conector curvo debido a que se logró la simplificación de una de las operaciones y por ende una también disminuye la inspección.

En la segunda parte de la tabla es donde se observa el verdadero resultado de la nueva distribución de planta, pues afecta directamente a las distancias necesarias recorridas para la elaboración de cada uno de los productos, y la disminución del inventario de producto en proceso pues al permitir un flujo continuo en la celda de los espigos, y cercanía entre las otras máquinas y centros de trabajo no es necesaria la acumulación diaria de inventario.

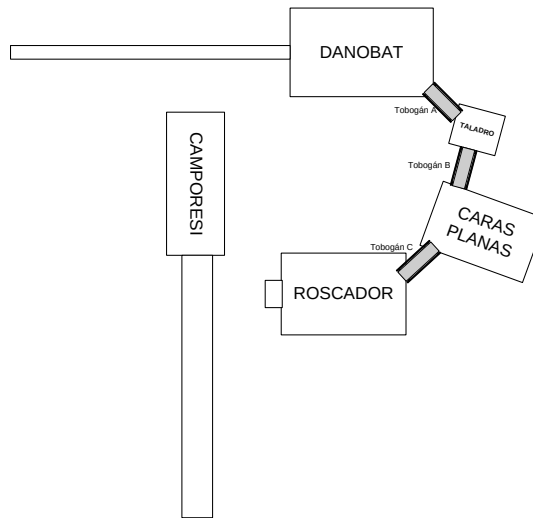
7.2.2. Mejorar el flujo continuo dentro de la celda de espigos (toboganes). Esta mejora se realiza después del movimiento de maquinaria para la nueva distribución de gas planteada. Con el fin de aumentar la producción de espigos* con calidad y disminuyendo los inventarios generados por cada uno de los procesos que la componen.

El primer paso para lograr un flujo continuo en la celda de espigos es el balanceo de la celda, para esto se realizó un diagrama de máquina-hombre (ver anexo 40), donde se puede observar el modo de trabajo del operario con las 4 de las 5 máquinas que componen la celda, y se concluye que el torno Danobat es el que marca el ritmo de producción en la celda.

* Pieza de los productos CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2" (productos de mayor demanda en la línea de gas), la cual es más lenta en su tiempo de fabricación que los otros componentes de los productos.

Una herramienta que ayuda en la disminución total de los inventarios son los toboganes de máquina a máquina, los cuales son instalados en la celda de espigos como se observa en la ilustración 23, teniendo en cuenta que los toboganes de A y B son móviles y el tobogán C es fijo.

Ilustración 23. Celda de espigos



Fuente: Autores

Los toboganes fueron fabricados totalmente en la empresa, utilizando retales de láminas disminuyendo así el costo de implementación de ellos. Las dimensiones de estos son ancho de 25 cm, alto de 8 cm y largo acorde a las distancias entre las máquinas. Los toboganes permiten la disminución del producto en proceso (ver tabla 19)

7.2.3. Jornada Kaizen en la Línea de Gas. Después de haber realizado la jornada en la sección de pintura, y teniendo experiencia sobre el tema, se programa la jornada en la línea de gas.

Es importante llevar a cabo esta jornada ya que se va a crear una verdadera distribución y línea de gas, y se necesitan bases para el correcto funcionamiento.

Si las cosas empiezan bien, ordenadas, limpias, y con las herramientas que se necesitan es más fácil la adaptación y funcionamiento de la línea.

Etapas en la implementación:

- **Concienciar:** Se efectuó reunión de capacitación (basados en las anteriores capacitaciones), se contó nuevamente con el apoyo del Ing. Ramón Silva (Transejes), con el fin de que los empleados tomaran conciencia de lo importante que es la ejecución de la jornada y sensibilizarlos.
- **Ejecutar:** En esta parte se ejecutaron unos cambios en el procedimiento: primero se elaboró el diagnóstico de la línea, con base en él y en la reunión de elaboración del estado actual del VSM se hizo la planeación de la jornada:

Se escogieron dos miembros por categoría o tipo de responsabilidad por la magnitud de la jornada. Los miembros fueron distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ Líderes: María Fernanda Villabona S. y Omar Andrés Ballesteros G.
- ✓ Coordinadores: Wilson Sánchez y Leonel Rodríguez.
- ✓ Padrinos: Jesús Rangel y Claudia Marcela Gómez.

Se diligencia el formato de la jornada Kaizen, anexo 41, en el cual se registran cada una de las actividades programadas, asignando un responsable para su ejecución.

- **Ejecutar:** El primer paso consistió en desocupar la zona de la nueva línea de gas, la cual estaba ocupada por producto terminado de maquinaria agroindustrial, como se observa en la ilustración 24. Se inicia la implementación de la jornada, comenzado con la clasificación de todo lo existente en la zona de ensamble: mesas, insumos, maquinaria, material de embalaje, y lo más importante el producto no conforme. Una vez se clasifica todo, se procede a la reconstrucción

de la zona de ensamble. Acto seguido se procede con la organización de la nueva zona, y se adecua la bodega de producto terminado.

Ilustración 24. Antigua zona de bodega.



Fuente: Autores

Ilustración 25. Zona ensamble antes de la jornada



Fuente: Autores

Ilustración 26. Proceso de adecuación de la zona de ensamble



Fuente: Autores

Los logros obtenidos con la primera parte de la jornada son:

- ✓ Pisos e iluminación adecuados para la zona. Paredes arregladas y en perfecto estado.
- ✓ Bodega de producto terminado, organizada en estantes. El producto es ubicado de acuerdo al peso de las cajas donde lo empacan. En la nueva zona se puede tener control de la seguridad del producto y se evitan pérdidas del mismo.
- ✓ Nuevas mesas de trabajo, pues las anteriores se encontraban viejas y en mal estado.
- ✓ Cambio de patrones para la elaboración de bolsas para empacar producto.
- ✓ Nuevo cuadro donde tienen muestras reales de los productos fabricados.
- ✓ Formato de control de inventario de producto terminado.
- ✓ Dispositivo de pintura de protección de conectores curvos. Anteriormente se colocaban sobre la malla y eran pintados sobre ella (ilustración 27).
- ✓ Se ubicaron sitios especiales para guardar la herramienta utilizada.
- ✓ Se logró la clasificación de 2.5 toneladas de producto no conforme de accesorios de gas que se encontraba en la zona de ensamble, las cuales fueron vendidas por chatarra.

Ilustración 27. Antes y después del proceso de pintura de curvas



Fuente: Autores

Ilustración 28. Nueva zona de ensamble



Fuente: Autores

Acto seguido se nivelaron y arreglaron los pisos de donde sería ubicada la nueva línea de gas, para poder trasladar la maquinaria, dando la solución al deterioro y daño de producto en proceso por el roce y caídas de las piezas.

La jornada central se realiza el día 1 de Agosto de 2009 de acuerdo a lo programado.

- Concluir: La inauguración de la línea de gas se hace el día 14 de Agosto de 2009 con todo el personal de la planta y con invitados administrativos especiales. Los resultados generales de la jornada son:

- ✓ Espacio dentro del almacén de perfiles para la materia prima principal (varillas de acero 12L14) y de esta manera la utilización de la misma de acuerdo del principio FIFO.
- ✓ Después de revisados los formatos y registros manejados en la Línea de Gas según el Instructivo de mecanizado de accegas (PH.AG.I.001) del sistema de

gestión de la calidad (ver anexo 42), se concluye que los registros están bien diseñados, no obstante se creó un formato llamado “Reporte de actividades diarias”, éste también lleva el control de las paradas no programadas de las máquinas y el motivo por el cual sucedió. Como se había mencionado anteriormente, se crearon formatos para el control y reporte de producto terminado. (Ver anexo 43).

- ✓ Tobogán de comunicación entre las máquinas de la celda de espigos para alcanzar un mayor flujo de piezas.
- ✓ Elaboración de carros para el manejo de viruta dentro de la planta y transporte de producto en proceso.
- ✓ Herramientas propias de la línea, las cuales se encuentran en una caja de herramientas bajo seguridad y de forma ordenada.
- ✓ Pisos nivelados y con pintura adecuada (epoxica) para la zona.
- ✓ Área segura: cambio de columnas dañadas.
- ✓ Iluminación adecuada para la línea gracias al estudio realizado por el profesor Luis Ernesto García (profesor del SENA).
- ✓ Estudio de la redistribución de la zona de galvanizado para disminución de recorridos entre esta zona y la línea de gas.
- ✓ Máquinas con mantenimiento realizado y en buen estado.
- ✓ Zonas libres de grasa y taladrina. Los problemas de escape fueron solucionados, ya sea por mantenimiento de la máquina o por bandejas de fácil limpieza.
- ✓ Actualización de planos para la fabricación de productos.
- ✓ Se adaptó una zona especial de producto no conforme, para luego ser reclasificado (reproceso, reclasificación o desperdicio).
- ✓ Redistribución de la línea de gas (Traslado de maquinaria).

Ilustración 29. Línea de gas antes de la jornada



Fuente: Autores

Ilustración 30. Línea de gas después de la jornada



Fuente: Autores

Se evalúa la sección después de la jornada Kaizen (en el anexo 44 se observa la lista de chequeo), cuyos resultados se presentan en la tabla 20, también se muestra la comparación del antes y el después. La Línea de gas obtuvo una mejora del 61,00% en la evaluación.

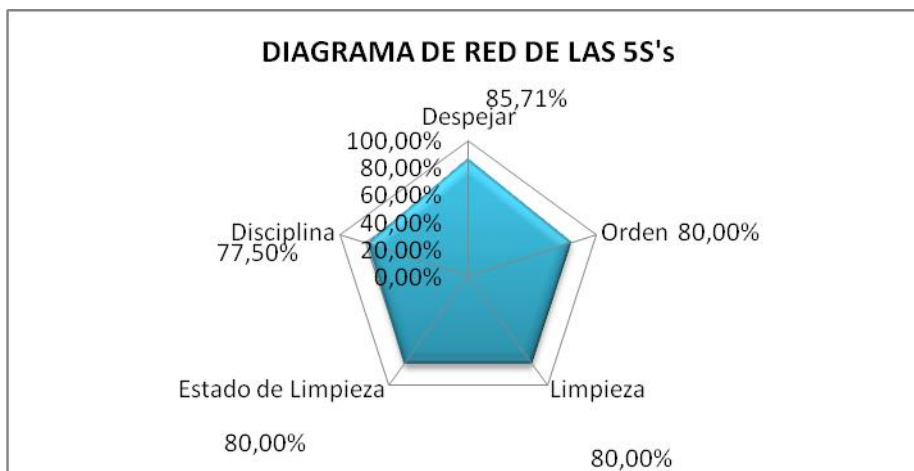
Tabla 20. Resultados lista de chequeo y comparación antes-después Línea de Gas

	TOTAL	PUNTAJE ACTUAL	% CUMPLIMIENTO	PUNTAJE INICIAL	% VARIACIÓN
Despejar	35	30	85,71%	18	66,67%
Orden	55	44	80,00%	28	57,14%
Limpieza	35	28	80,00%	14	100,00%
Estado de Limpieza	35	28	80,00%	16	75,00%

	TOTAL	PUNTAJE ACTUAL	% CUMPLIMIENTO	PUNTAJE INICIAL	% VARIACIÓN
Disciplina	40	31	77,50%	24	29,17%
TOTAL	200	161	80,50%	100	61,00%

Fuente: Autores

Ilustración 31. Diagrama de red 5S's después de jornada Kaizen Línea de Gas



Fuente: Autores

7.2.4. Creación de una bodega de producto terminado. La zona de ensamble fue reconstruida (ampliada), para poder ubicar la bodega de producto terminado, la cual queda situada cerca de una puerta, por donde se realizan los despachos; lográndose una disminución de distancia recorrida en comparación con el antiguo recorrido (ensamble-bodega de repuestos-despacho). Se elaboraron estantes de acuerdo al tamaño y peso de las cajas (producto terminado empacado). Se crearon los letreros con el nombre de las diferentes referencias existentes (con imán por si existe alguna reubicación del producto terminado en los estantes). Esta mejora es muy importante pues se tiene control del producto terminado, la forma de almacenamiento es la adecuada, pues anteriormente las cajas de producto terminado eran apiladas sobre un pallet en arrumes, lo que ocasionaba daño en el empaque, en el producto (por el peso) y grandes esfuerzos para los

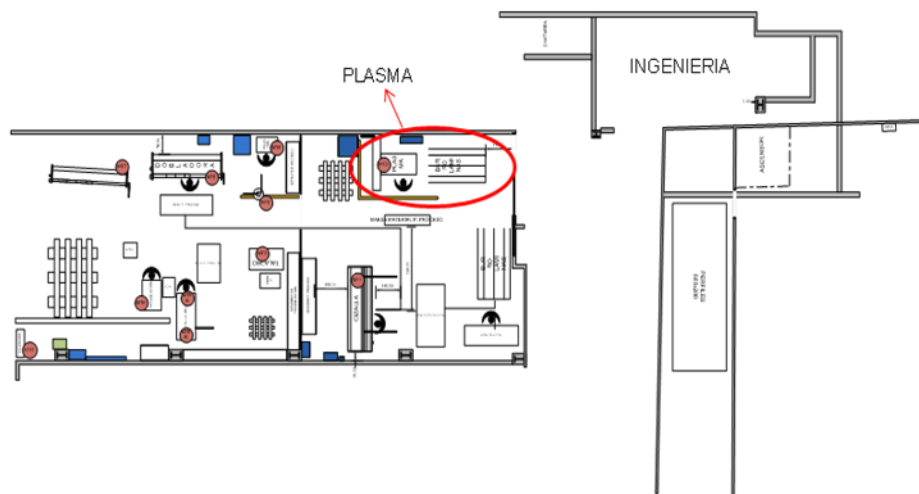
operarios que debían levantar las cajas. En la ilustración 28 se puede observar la mejora realizada.

7.2.5. Realización de jornada Kaizen en diferentes áreas de la planta

- Jornada Kaizen Plasma: La idea original de esta jornada era realizarla en toda la unidad de apoyo, pero por el estudio y análisis de la compra de nueva tecnología en corte de plasma para la sección, se decide realizar la jornada para el proceso de corte por plasma existente en la empresa. Era importante hacer el cambio de sitio del proceso pues en el área donde se encontraba era muy pequeña y contaminaba toda la sección de metalistería (ver ilustración 32). Cerca a la unidad de apoyo se encuentra un cuarto donde se encontraba Ingeniería, lugar donde se hacían y fabricaban los nuevos prototipos, proyectos y máquinas de PENAGOS HERMANOS; la dirección de producción autoriza que Ingeniería se ubique cerca a la sección de ensamble y que el proceso de corte por plasma donde estaba Ingeniería

Una vez tomada la decisión de donde ubicar el plasma se empiezan a cumplir las etapas de la implementación:

Ilustración 32. Ubicación del plasma en la unidad de apoyo.



Fuente: Autores

- Concienciar: Se realizó una capacitación (ver anexo 45), con el fin de sensibilizar a los empleados, recordarles todos los conceptos sobre las 5S's y motivarlos de acuerdo a los logros alcanzados en la zona de pintura.

- Ejecutar:

- Planeación: El proceso es completamente igual al de la zona de pintura. Se plantearon los objetivos de la jornada. Se conformó el equipo de trabajo con el personal directo de la unidad de apoyo y se designaron los siguientes miembros:

Líder: John Benítez.

Coordinador: Leonel Rodríguez.

Padrino: Claudia Gómez.

- Determinar situación actual: Se elabora el diagnóstico por medio de la lista de chequeo de 5S's. El diagnóstico detallado y la lista de chequeo se encuentran en el anexo 46. Los resultados de la lista de chequeo son:

Tabla 21. Resultado de lista de chequeo 5S's plasma

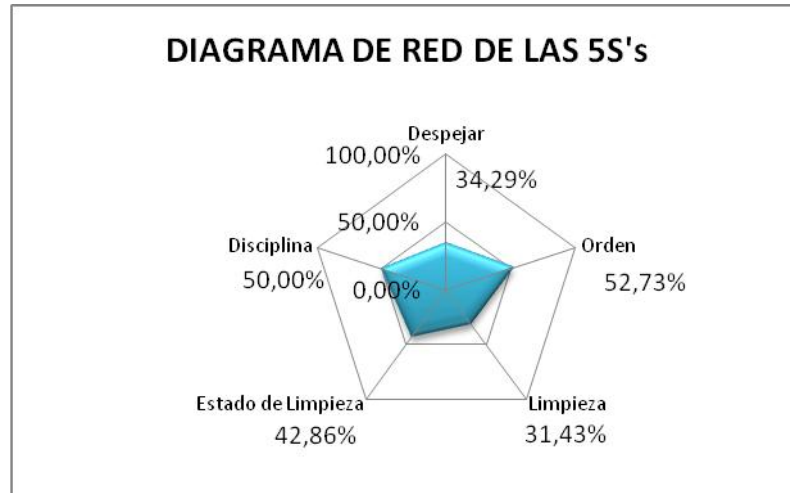
	TOTAL	PUNTAJE OBTENIDO	% CUMPLIMIENTO
Despejar	35	12	34,29%
Orden	55	29	52,73%
Limpieza	35	11	31,43%
Estado de Limpieza	35	15	42,86%
Disciplina	40	20	50,00%
TOTAL	200	87	43,50%

Fuente: Autores

De acuerdo a la Ilustración 33 se puede concluir que es una zona que se encuentra en muy mal estado. La S de menos cumplimiento es Seiso (limpieza) y muy cerca se encuentra Seiton (Despejar) debido a la grasa y residuos generados

por los cortes con el plasma, la cantidad de material, residuos y producto no conforme en el piso y el desorden generado por la falta de espacio.

Ilustración 33. Diagrama de red zona plasma



Fuente: Autores

- Planear situación futura: Se documenta la situación actual, indicando las principales opciones de mejora identificadas (ver anexo 47).
- Ejecutar: La jornada central se programó para el 1 de Junio de 2009, pero hubo actividades que se programaron y ejecutaron desde el día 4 de Mayo. Lamentablemente se presentaron inconvenientes y la jornada central se realizó el 11 de Junio de 2009.

Como resultados se obtuvieron:

- ✓ Una zona independiente para corte por plasma y para la zona de tratamientos térmicos
- ✓ Sección organizada, zona despejada y segura.
- ✓ Disminución del nivel de contaminación en la unidad de apoyo.
- ✓ Organización en las herramientas y dispositivos.

- ✓ Plantillas organizadas.
- ✓ Planos independientes para la zona de plasma.
- ✓ Mesa para producto en proceso.
- ✓ Cero inconvenientes y cruces de materiales que se dirigían a otros procesos.

Ilustración 34. Área zona de plasma antes



Fuente: Autores

Ilustración 35. Zona plasma después de la jornada Kaizen (actual)



Fuente: Autores

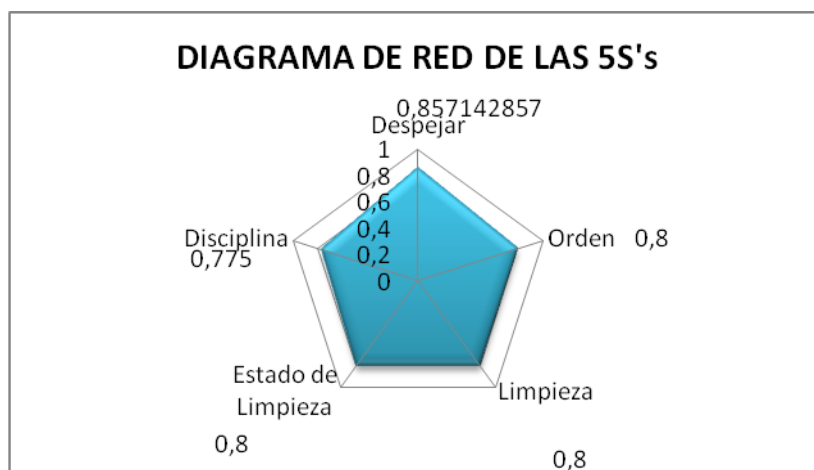
Como en las jornadas anteriores, es preciso evaluar la sección después de la jornada Kaizen (ver lista de chequeo en el anexo 48). En la tabla 22 se muestra la comparación del antes y el después; obteniéndose un porcentaje del 67,82 de mejoramiento en la evaluación.

Tabla 22. Resultados evaluación jornada Kaizen plasma

	TOTAL	PUNTAJE ACTUAL	% CUMPLIMIENTO	PUNTAJE INICIAL	% VARIACIÓN
Despejar	35	26	74,29%	12	116,67
Orden	55	39	70,91%	29	34,48
Limpieza	35	19	54,29%	11	72,73
Estado de Limpieza	35	30	85,71%	15	100,00
Disciplina	40	32	80,00%	20	60,00
TOTAL	200	146	73,00%	87	67,82

Fuente: Autores

Ilustración 36. Diagrama de red evaluación jornada Kaizen plasma



Fuente: Autores

- Mini Jornada Kaizen Ensamble Café. Esta jornada fue sencilla y rápida. Ensamble café es la zona, como su nombre lo indica, donde se ensambla las partes esenciales de una máquina para café como lo son: pechero, despulpador, desmucilagador y el cohete. La jornada en esta sección consistió en la

clasificación, limpieza y organización de los dispositivos, estantes, materiales e insumos utilizados en esta sección.

Fue necesario nuevamente sensibilizar a los operarios de esta zona, pues en este caso, fueron los únicos involucrados. Para esta capacitación se realizó una charla basada en diapositivas del anexo 45. Los empleados tenían muy claro lo que querían hacer y como querían ver la sección.

Se programa la jornada miniKaizen para el día 26 de Octubre de 2009.

La zona se encontraba muy desordenada, con objetos innecesarios, los cuales interrumpían el paso de los trabajadores, suciedad y desaseo presentes en toda la sección (piso, estantes, paredes y techo), la caja de herramientas no se encontraba organizada y los empleados perdían mucho tiempo buscando las herramientas, los tornillos y tuercas de diferentes calibres se encontraban mezclados; como se puede observar en la ilustración 37.

Ilustración 37. Ensamble café antes de la jornada



Fuente: Autores

Ilustración 38. Cuarto de herramientas y dispositivos zona Ensamble café



Fuente: Autores

Logros obtenidos:

- ✓ Cuarto con seguridad para dispositivos y herramientas.
- ✓ Reducción en el número de estantes (2 estantes menos).
- ✓ Clasificación, limpieza, pintura y organización de dispositivos.
- ✓ Clasificación y organización de insumos (tuercas, tornillos, etc.).
- ✓ Nueva caja de herramientas organizada.
- ✓ Sección con espacio libre para caminar, zona despejada.
- ✓ Paredes limpias y con cuadros alusivos al café.
- ✓ Zonas demarcadas.

Ilustración 39. Zona Ensamble café después de jornada



Fuente: Autores

- Mini Jornada Kaizen C.N.C. Paralelo a la jornada de mejoras en la línea de gas, los operarios de C.N.C se contagiaron del entusiasmo y esperanzas de ver una nueva línea. Entonces se organizó una mini jornada Kaizen, la cual consistió en la organización de estantes de dispositivos, limpieza de cada uno de ellos, clasificación de materiales y piezas dentro de la zona, adecuación de una zona para producto en proceso y materia prima, pintar puertas, paredes y estantes, diseño de un carro para el manejo de la viruta y/o producto en proceso.

Las mejoras fueron realizadas en varios días teniendo como resultado:

- ✓ Estantes libres de mugre y organizados los dispositivos.
- ✓ Sección libre de materia prima defectuosa, rechazada y/o obsoleta.
- ✓ Pisos libres de grasa, aceite y taladrina, pues se colocaron bandejas en el piso de las máquinas donde hay escapes de estos líquidos.
- ✓ Organización de herramientas.
- ✓ Zona para producto en espera y varillas de la línea de gas.
- ✓ Carros para el manejo de viruta.

Ilustración 40. C.N.C antes de la mini jornada



Fuente: Autores

Ilustración 41. C.N.C después de la mini jornada



Fuente: Autores

7.2.6. Herramienta propia de la Línea de Gas. La línea no cuenta con la totalidad de herramientas necesarias, lo que ocasiona paros en la producción, pues los

operarios deben ir a la sección de mecanizado a pedir las herramientas prestadas, y si éstas se encuentran ocupadas tienen que esperar hasta que la herramienta este libre. Los operarios de la línea de gas elaboraron un listado con la herramienta necesaria para poder llevar a cabo cada una de sus funciones, la cual está siendo evaluada y cotizada para luego ser comprada (ver anexo 49). La herramienta existente en la línea fue ordenada y organizada en una caja de herramientas provisional, mientras se adquiere la nueva herramienta.

Ilustración 42. Caja de herramientas



Fuente: Autores

7.2.7. Redistribución del proceso de galvanizado. Es necesario evaluar la redistribución de la zona de galvanizado pues la puerta de acceso a ésta zona se encuentra alejada de la Línea de Gas, de acuerdo a las distribuciones planteadas. El proceso de galvanizado es un proceso en flujo (ver anexo 50 donde se muestra el plano, el flujo del proceso actual y del propuesto), que cuenta con un instructivo para su correcto funcionamiento, el cual se encuentra en el anexo 51. Al realizar el movimiento del proceso, es necesario también efectuar una adecuación de toda la zona:

- Cambio de pisos, pues se encuentra totalmente corroídos por el tipo de químicos utilizados en el proceso.
- Cuarto especial para el rectificador y el shuler, con aire acondicionado, ya que estos son equipos muy importantes para el correcto funcionamiento del proceso de galvanizado pues de ellos depende la calidad de las piezas; además deben ser protegidos por el alto costo de los mismos (aproximadamente \$5.000.000).
- Elaboración de un cuarto para almacenamiento de los productos químicos utilizados en la zona de acuerdo a las características químicas de cada uno.
- Creación de un plan de tratamiento de aguas residuales. La última revisión realizada por la Corporación del Medio Ambiente dio como resultado que el agua proveniente de esta zona se encuentra muy contaminada y no cumple con las normas. Para este punto se cuenta con la asesoría de una Ingeniera Ambiental.

Debido a la falta de presupuesto esta mejora no es posible realizarla durante el desarrollo de la práctica, pero la empresa ya tomó la decisión que debe realizarse en el momento en que el dinero esté disponible.

En el anexo 52 se encuentra el presupuesto de la inversión para realizar la mejora en la zona de galvanizado y se encuentran las fotos del estado actual de la zona de galvanizado

7.2.8. Uso de la materia prima en forma FIFO y nueva zona de almacenamiento. Como consecuencia de una organización del almacén de perfiles se logra obtener un espacio disponible para el almacenamiento de la materia prima de la Línea de Gas (varillas de acero), las cuales se encontraban almacenadas en la parte de afuera de la planta al aire libre, ocasionando daños y deterioros en la misma; también causaba que la materia prima fuera utilizada de acuerdo al principio LIFO. Al efectuar el cambio en la forma de almacenamiento (en caballetes dentro del almacén de perfiles) en este momento la materia prima puede ser utilizada de acuerdo al principio FIFO. Una vez se abre la orden de producción, el jefe del

almacén de perfiles, lleva las varillas a la Línea de Gas y son almacenadas en caballetes diseñados para la nueva distribución.

Ilustración 43. Antes y después



Fuente: Autores

7.2.9. Elaboración de carros para el transporte de viruta y producto en proceso. Mejora que tiene por objetivo disminuir el defecto en las piezas a causa de la vibración y golpeteo entre estas, y minimizar el esfuerzo físico de los operarios que se presentan en el traslado de los tanques entre las operaciones.

El diseño de los carros fue desarrollado por un comité designado por el departamento de producción, el cual fue conformado por las siguientes personas:

- Coordinador de mantenimiento.
- Auxiliar de proyectos.
- Autores del proyecto.
- Director de producción.

Las características acordadas por el comité para el diseño del carro son priorizadas en común acuerdo, según las necesidades planteadas por los operarios* de la Línea de Gas, estas se encuentran en la tabla 23.

* Responsables del traslado y calidad de las piezas.

Tabla 23. Principales características del carro

CARACTERISTICAS	PRIORIDAD
Inclinación en una cara para la suave caída del producto.	1
Decantar la taladrina o grasa de las piezas.	2
Ergonomía para el operario.	3
Ruedas de goma.	4

Fuente: Autores

En la ilustración 44 se puede observar la fotografía del carro diseñado, resaltando las características mencionadas.

Ilustración 44. Carro de producto en proceso y viruta



Fuente: Autores

7.2.10. Capacitación sobre calidad y su importancia. Con asesoría del coordinador de sistemas de gestión de la empresa, se crea una capacitación para los operarios de la Línea de Gas con el fin de tratar temas relacionados con la calidad, la importancia que ésta tiene en el proceso y en la empresa, motivar a los empleados para que realicen el control de calidad durante las operaciones y sembrar en los empleados una cultura de calidad (ver anexo 53).

7.2.11. Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria. La planta no cuenta con un grupo de mantenimiento, por el contrario existe una sola persona encargada de todas las máquinas en la planta, lo que hace que sea casi imposible lograr levantar un plan de mantenimiento preventivo, pues la persona debe estar

solucionando todos los días diferentes situaciones que se presentan con las máquinas.

Es importante contar con un plan de mantenimiento preventivo pues su fin es reducir al mínimo el número de paradas imprevistas de la maquinaria. Los mantenimientos se deben programar teniendo en cuenta la producción y la periodicidad se establece de acuerdo a las características de cada máquina. Las ventajas de realizar el mantenimiento preventivo son: confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento, disminución del tiempo muerto, mayor duración de los equipos e instalaciones, menor costo de las reparaciones, reducción del número de averías y reduce las horas extras de trabajo en la compañía.

En continuas reuniones con la dirección de producción y el jefe de proyectos y mejoras se toma de decisión de contratar un practicante de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander, para que sea el encargado junto con el coordinador de mantenimiento, de elaborar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria, no solo de la línea de gas sino de toda la planta.

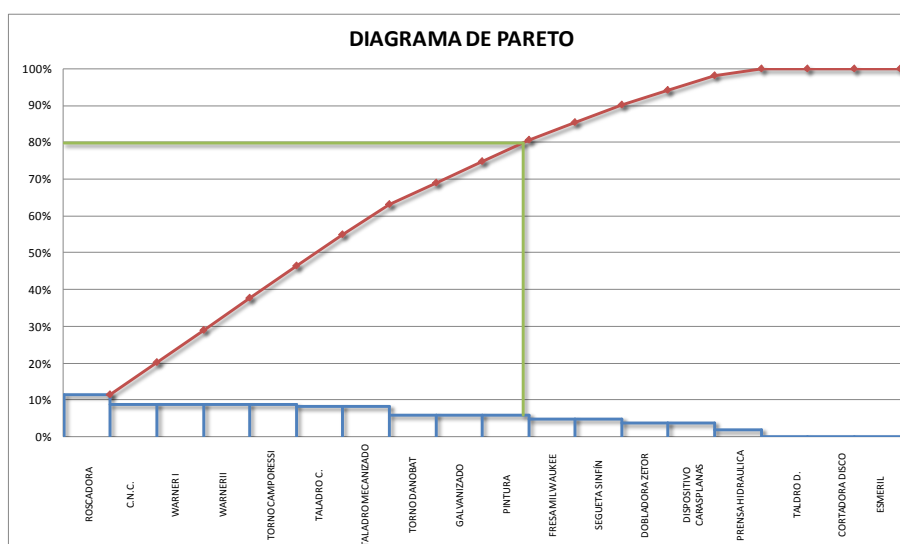
7.2.12. Disminución de los tiempos de alistamiento. El tiempo de alistamiento es el requerido para remover los dispositivos necesarios (herramientas, buriles, matrices, entre otros componentes) para producir una determinada referencia; montar los dispositivos de la otra referencia y correr la maquina hasta la puesta a punto.

Es importante reducir los tiempos de alistamiento, pues esto ayuda a que la producción de la línea sea más flexible en su producción para así satisfacer con un mayor tiempo de respuesta a sus clientes.

En el anexo 22 se muestra una tabla que contiene los tiempos de alistamiento para cada uno de los procesos que intervienen en la línea de gas, observando tiempos por encima de 30 minutos, los cuales son demasiados altos en comparación con los tiempos de procesamiento de las operaciones.

Al tener tiempos altos de alistamiento, se opta en realizar un diagrama de Pareto (Ilustración 45) para identificar aquellas operaciones que necesitan mayor atención a diferencia de las otras.

Ilustración 45. Diagrama de Pareto de los tiempos de alistamiento



Fuente: Autores

La siguiente lista es el orden prioritario* de las máquinas y/o operaciones de la línea, en la que se debe realizar las reducciones en los tiempos de alistamiento:

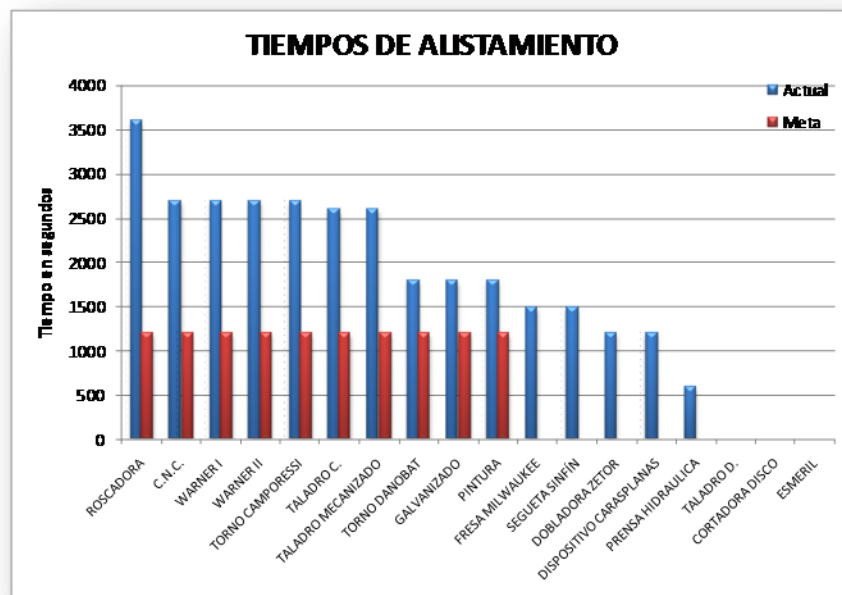
1. Roscadora
2. Control Numérico Computarizado (C.N.C)
3. Warner I
4. Warner II

* De mayor a menor tiempo de alistamiento.

5. Torno Camporessi
6. Taladro Camporessi
7. Taladro mecanizado
8. Taladro Danobat
9. Galvanizado
10. Pintura

El director de producción al enterarse de la situación, decide encargar a la misma persona* que va a realizar el mantenimiento preventivo en analizar los alistamientos de las máquinas según el orden anterior y así poder realizar los cambios necesarios para lograrlo. Teniendo como meta la reducción 1200 segundos (tiempo aproximado de las otras máquinas). Ver Ilustración 46.

Ilustración 46. Tiempos de alistamiento



Fuente: Autores

* Practicante de Ing. Mecánica de la Universidad Industrial de Santander UIS.

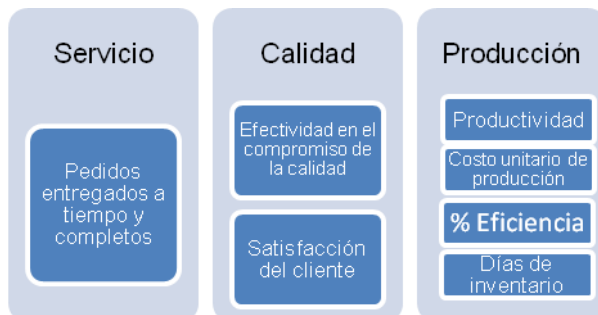
7.2.13. Crear sistema de indicadores. La visualización es una herramienta muy potente porque ayuda a expresar escenarios, datos, etc. en un lenguaje que el cerebro humano es fácil de procesar: el lenguaje visual.

Gerencia Visual es una rama dedicada a visualizar todo tipo de señales, estados y datos en un momento de producción con el objetivo de mejorar y hacer más fácil y efectivo el management*.

En una organización se debe contar con el mínimo número posible de indicadores que nos garanticen contar con información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad, todos los cuales constituyen el conjunto de signos vitales de la organización.

- Gerencia Visual Línea de Gas. La línea de gas no posee indicadores que permitan evaluar la productividad, eficiencia, calidad y satisfacción de los clientes. Por esta razón una vez realizadas las mejoras al proceso se decide crear un sistema de indicadores propio de la línea de gas para poder tener control de ella y que sirva de soporte para la toma de decisiones. Los indicadores creados son los mostrados en la ilustración 47. En el anexo 54 se encuentran las fichas de cada indicador.

Ilustración 47. Indicadores de gestión



Fuente: Autores

* Management: Administración.

- Gerencia Visual Talento Humano. En la actualidad la Gestión de Recursos Humanos constituye un factor estratégico fundamental y de ventaja competitiva. Es necesario contar con personal capacitado, motivado y leal para el logro de las metas organizacionales.

La dirección de producción plantea la necesidad de una gerencia visual exclusiva y personal para cada uno de los operarios de la planta. El objetivo de esta gerencia es que los trabajadores refuercen su propio desempeño y al mismo tiempo exhiban los objetivos por ellos alcanzados dentro de la compañía.

La idea es crear una cartelera exclusiva de la gerencia visual de talento humano, donde se encuentren cada uno de los empleados (una ficha por cada uno) y en ella aparezca su nombre, el área de trabajo, el cargo y los indicadores. La ficha es cambiada mensualmente de acuerdo al comportamiento de los indicadores. Los indicadores cambian de color, lo que indica si los operarios se encuentran dentro de los límites establecidos en cada uno de los indicadores; fueron creados 5 indicadores: accidentalidad, seguridad industrial, reglamento interno, producción y Kaizen. De acuerdo a la cantidad de fallas que el operario tenga el indicador cambia de color.

Tabla 24. Semáforo del indicador

COLOR	SIGNIFICADO
Verde	No ha tenido fallas
Amarillo	Cuidado, está en el intervalo de advertencia
Rojo	Peligroso. Número significativo de fallas

Fuente: Autores

La gerencia visual esta soportada por un archivo creado en Excel, el cual está diseñado para variar y tomar los datos de cada mes, tener un histórico y poder sacar gráficas y estadísticas de cada uno de los indicadores y/o por el tipo de

vinculación con la empresa (cada tipo de vinculación posee un color característico).

En el anexo 55 se explica con mayor profundidad todo lo relacionado a la gerencia visual de talento humano para PENAGOS HERMANOS.

Ilustración 48. Gerencia visual talento humano



Fuente: Autores

7.2.14. Entrada de la planta. Gracias a la nueva distribución de la Línea de Gas, se despejó una zona que antiguamente era la entrada a la planta, pero quedó en pésimas condiciones. Al otro lado del portón existente se estaba almacenando la viruta. Se inicia la reconstrucción adecuación de una entrada para una empresa como lo es PENAGOS HERMANOS. Ver anexo 56.

En el pasillo de la entrada se va a disponer de los laterales para colocar las gerencias visuales, las carteleras informativas de la empresa y el registro de entrada y salida de la planta para control de la jornada laboral.

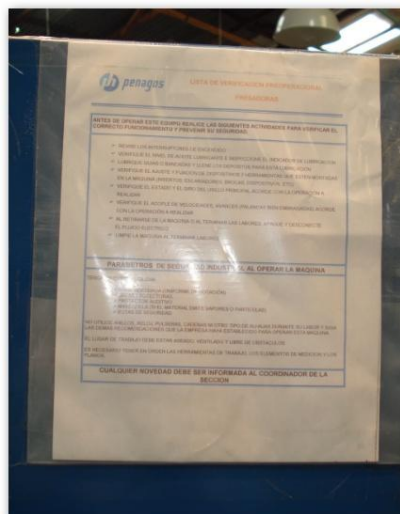
7.2.15. Revisión de los formatos. Este punto fue tratado dentro de la jornada Kaizen de la Línea de Gas, numeral 7.2.3 (ver anexo 43).

7.2.16. Programación adecuada de la producción en C.N.C. El centro de mecanizado de control numérico computarizado (C.N.C) es el recurso restrictivo de la Línea de Gas. El C.N.C no solo es utilizado para la fabricación de accesorios de gas, sino es utilizado para el procesamiento de piezas de las otras líneas de producción de la empresa. Por este motivo es importante realizar una buena programación de la producción en el centro de mecanizado y para dar una solución, en este momento existe un practicante de la UNAB realizando un programa para la optimización de la programación del centro de mecanizado C.N.C

7.2.17. Cultura de mantenimiento autónomo. Son las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de lo que fabrican, seguridad y comparten el conocimiento que obtienen del trabajo cotidiano. Es por eso necesario que adquieran una cultura de orden y aseo (Metodología 5S), lo cual es parte primordial para el cumplimiento de los objetivos esperados.

Mientras el plan de mantenimiento es creado, el coordinador de la empresa elabora unas fichas de mantenimiento o revisión diaria para cada máquina (ver ilustración 49), y de esta manera comenzar a crear en los empleados una cultura de mantenimiento autónomo. La revisión diaria trae consigo disminución en las averías y daños de las máquinas y por ende disminución en los paros no programados de la producción.

Ilustración 49. Lista de chequeo de mantenimiento autónomo



Fuente: Autores

7.2.18. Realizar un plan de capacitación a los empleados para mantener en ellos la cultura de las 5S's. Con el apoyo del Ing. Ramón Silva de Transejes, se van crear una serie de capacitaciones y charlas con los empleados sobre el tema de 5S's y jornadas Kaizen para lograr que sea una cultura y forma de vida.

7.2.19. Menor flujo de información. Actualmente la empresa posee un Sistema Integrado de Información Gerencial Operativo (SIIGO), que es un software genérico administrativo, que registra las operaciones de la empresa y en general, todos los aspectos relacionados con la Administración de Negocios, pero se han presentado inconvenientes con la aplicación del sistema, por esta razón la Gerencia piensa que es hora de adquirir un nuevo sistema o software integrado que permita ejercer un completo control de las actividades de la empresa. De esta manera PENAGOS HERMANOS se encuentra evaluando la posibilidad de adquirir algún tipo de solución empresarial SAP*. El sistema SAP comprende muchos módulos completamente integrados, que abarcan prácticamente todos los

* Es el segundo proveedor de software empresarial en el mundo: *Systeme, Anwendungen und Produkte* (Sistemas, Aplicaciones y Productos), con sede en Walldorf (Alemania).

aspectos de la administración empresarial. Ha sido desarrollado para cumplir con las necesidades crecientes de las organizaciones mundiales y su importancia está más allá de toda duda. SAP ha puesto su mirada en el negocio como un todo, así ofrece un sistema único que soporta prácticamente todas las áreas en una escala global.

8. SIMULACIÓN

En este capítulo se desarrolla la simulación del proceso productivo de la Línea de Gas, el cual se divide en tres partes: el numeral 8.1. trata sobre la recolección de los datos utilizados y el procedimiento para la elaboración de los modelos a simular, en el numeral 8.2. se procede a realizar la validación del modelo realizando un contraste con la capacidad instalada del recurso cuello botella* y por último en el numeral 8.3. se desarrollan dos modelos, el primero es el diseño inicial de la planta donde el tipo de producción “push” (empuje) predominaba en la línea y el segundo modelo es el diseño final con el tipo de producción “pull” (halado), esto se realiza con el fin de comparar las capacidades de producción y el inventario en proceso.

8.1. RECOLECCIÓN DE DATOS Y PROCEDIMIENTO PARA LA SIMULACIÓN

La primera parte de esta actividad se desarrollo previamente en el diagnóstico de la situación inicial, en donde se describió el proceso de la Línea de Gas y las actividades que la comprenden.

Los tiempos a utilizar en la simulación se encuentran en el anexo 57, donde se explica el método de análisis a través de pruebas de bondad y ajuste, los cuales describen que tipo de distribución representa cada operación.

Para el desarrollo de los modelos se tiene en cuenta que la línea tiene un tiempo total disponible de 2840 minutos a la semana estos se observan en la tabla 25, donde se presenta que durante la semana mantienen un tiempo laboral constante a diferencia del sábado, para efectos de la simulación se suma el total del tiempo y

* Recurso Control Numérico Computarizado (C.N.C.)

se divide en el número total de días, teniendo como resultado lo observado en la columna Dividido, esto es a causa de dos motivos: el primero es relacionado con el software PROMODEL porque realiza la simulación de corrida sin diferenciar los días de la semana y la segunda está relacionada con la realidad que comprende los tiempos de alistamiento diarios que deben hacerse en cada una de las operaciones, obteniendo de esta manera que los tiempos de alistamiento se deben realizar cada 28400 segundos. Como el fin de la simulación es hallar la capacidad real de la línea de gas, este cambio no afecta directamente a los resultados deseados.

Tabla 25. Tiempo disponible a la semana

	LUNES - VIERNES					SABADO	TOTAL	DIVIDIDO
MINUTOS	500	500	500	500	500	340	2840	47.33
SEGUNDOS	30000	30000	30000	30000	30000	20400	170400	28400

Fuente: Autores

Las limitaciones del modelo:

- La materia prima para los dos componentes del producto siempre estarán disponibles.
- El caucho que se utiliza en la operación de ensamble del producto también estará disponible en todo momento y se omite en los modelos colocar esta materia prima como una entidad puesto este trabajo está estimado dentro de los 15 segundos asignados en la operación de ensamble.
- Los tiempos obtenidos en el estudio de tiempos (ver anexo 20) se encuentran en unidades de segundos, pero para efectos de obtener resultados en un menor tiempo, se procede a utilizar los tiempos en unidades de minutos.
- No se tendrán en cuenta daños esporádicos en la maquinaria utilizada en cada una de las operaciones.
- La calidad en los productos es del 100%, es decir, no se fabricaran productos defectuosos.

8.1.1. Elementos de PROMODEL. Los elementos son aquellas herramientas que el software ofrece realizar el modelamiento más sencillo, estas herramientas son: ENTIDADES (ENTITIES), ESTACIONES (LOCATIONS), LLEGADAS (ARRIVALS), REDES (PATH NETWORKS), PROCESOS (PROCESS) entre otras que ofrece el software.

Las estaciones y entidades de cada uno de los modelos próximos a presentarse se encuentran definidos en el anexo 58, en donde se muestran las características definidas para cada una de ellas. Las estaciones y entidades que componen la línea se encuentran identificadas con el nombre propio de la máquina y/o operación, existen estaciones no propias de la línea, pero que son necesarias para desarrollar la simulación y de esta manera asemejar el modelo lo más posible a la realidad.

Una herramienta que se utiliza para facilitar el modelamiento de los sistemas es el diagrama de bloques secuenciales, en este se muestra las características fundamentales de la programación que la entidad tiene en cada una de las estaciones, para observar cada diagrama de bloques de los modelos se pueden apreciar en el anexo 59.

8.2. MODELO 1

El modelo 1 consiste en validar los datos obtenidos del estudio de tiempos con la realidad, para ello el contraste a utilizar en este caso va a ser la capacidad instalada en el sistema en el recurso cuello botella (C.N.C.), para tal objetivo el modelo debe realizarse con las mismas características con que fue hallada la capacidad instalada (ver numeral 5.7).

Estas características son las siguientes:

- El tiempo a simular consta de una jornada laboral para todas las operaciones.
- No existen tiempos de transporte entre las operaciones.
- La capacidad es del 100%.

El tiempo total a simular es de una semana, ya que el resultado para efectos de validación no es significativo al aumentarlo.

La validación del modelo se realiza a través de 10 replicas* de simulación (ver tabla 26), donde el dato a contrastar es la cantidad total de producto terminando en cada una de ellas con la cantidad total producida por el recurso cuello botella encontrado en el análisis de la capacidad instalada (ver pág. 52), consecutivamente se promedia y halla desviación estándar para así crear un intervalo de confianza según la ecuación:

$$\bar{x} \pm Z_{\alpha/2} * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$\bar{x}$ = es el promedio de la muestra.

$Z_{\alpha/2}$ = es el valor obtenido de la distribución normal estandar para el α deseado.

$1 - \alpha$ = nivel de confianza deseado.

s = es la desviacion estandar de la muestra.

n = numero total de replicas, muestra.

Tabla 26. Número total de productos terminados en cada replica

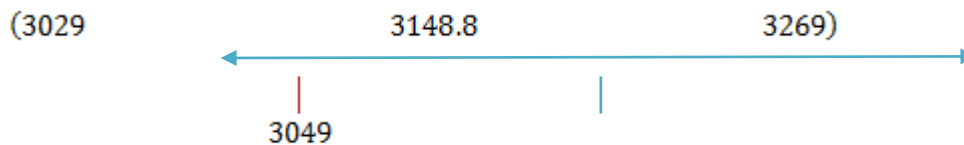
REPLICA	TOTAL P.T.
1	3360
2	3471
3	3054

* Cada replica es simulada desde el tiempo cero, pero con la diferencia que el software cambia la semilla de inicialización.

REPLICA	TOTAL P.T.
4	3107
5	3102
6	3085
7	3021
8	3051
9	3152
10	3085
MEDIA	3148.8
DESVIACION	147.34

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta que se utilizará un nivel de confianza del 95%, se obtiene el siguiente intervalo de confianza:



Al contrastarlo con la capacidad instalada de C.N.C. que son 12196 productos al mes (3049 productos a la semana), se puede concluir que el modelo es válido por la razón que dicho dato se encuentra dentro el intervalo de confianza y por consiguiente los datos obtenidos en los estudios anteriores son correctos.

8.3. MODELOS REALES

Los siguientes modelos son simulados teniendo en cuenta el estado inicial en que se encontraba en la empresa (producción “push”) con grandes distancias (Modelo 2) y el estado actual (producción “pull”) con distancias inferiores (Modelo3), esto con el fin de calcular las capacidades de cada sistema y demostrar que el nivel de capacidad aumentó gracias al cambio de producción y reducción de distancias recorridas entre las operaciones.

Los modelos son simulados en un lapso de tiempo de un mes (189.33 horas productivas) y el recurso cuello botella se pone a trabajar en dos jornadas laborales que para efectos de la simulación se coloca la capacidad de dos (2) a esa entidad.

Una vez simulados los dos modelos obtenemos datos estadísticos con los cuales podemos contrastar, entre ellos se encuentran el número total de piezas que representan la capacidad mensual, los porcentajes de operación (% operation) y porcentajes de tiempo muerto (% down) los cuales al sumarlos obtenemos un porcentaje, el cual el valor más alto representa el recurso restrictivo del sistema. Estos datos se encuentran plasmados en las tablas 27 y 28, donde los resultados obtenidos el software se encuentran en el anexo 60.

Tabla 27. Capacidad de los modelos

	MODELO 2	MODELO 3	% VARIACION
CAPACIDAD	12960	16880	30.25%

Fuente: Autores

Tabla 28. Porcentajes de ocupación de los modelos

ESTACIONES	MODELO 2	MODELO 3
	% Ocupación	% Ocupación
DANOBAT	100.00%	100.00%
TALADRO_D	7.71%	7.72%
FRESA	40.68%	-
CARASPLANAS	-	19.87%
ROSCADORA	43.11%	43.78%
GALVANIZADO	88.30%	99.49%
ENSAMBLE	28.52%	37.15%
TALADRO_C	25.06%	21.11%
WARNERI	43.46%	39.14%
CNC	60.43%	88.57%

Fuente: Autores

De las anteriores tablas se puede concluir que el modelo 3 maximiza los porcentajes de ocupación, esto ocurre precisamente por la existencia de un flujo de piezas más continuo lo cual aprovecha más el tiempo productivo de cada operación, además se puede observar que el C.N.C. al trabajar dos jornadas no es un recurso cuello botella, y en cambio el Danobat se nota que es el recurso restrictivo del sistema con un tiempo total de ocupación del 100%, y es restrictivo a causa que puede satisfacer la demanda proyectada y un poco más.

Al comparar las dos capacidades totales del sistema concluimos que el modelo 3 aumenta la capacidad total y esto es debido gracias a la redistribución planteada y al nuevo tipo de producción implementado ("Pull").

9. ANALISIS FINANCIERO

9.1. EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN

El desarrollo e implementación de las mejoras, significa para la empresa una inversión que requiere justificación. Para toda empresa es importante, al momento de realizar inversiones, conocer si la inversión traerá impactos positivos dentro de la organización. Por este motivo se realiza el análisis de la inversión, teniéndose en cuenta:

- La inversión total para la implementación de las mejoras en la Línea de Gas. En la siguiente tabla se puede observar los rubros de cada una de las inversiones:

Tabla 29. Inversiones realizadas en la implementación de las mejoras

ACCIONES	UNITARIO	GAS
<u>Arreglo de pisos</u>		
Cemento	\$ 20.000	\$ 120.000
Arena	\$ 49.500	\$ 49.500
Pintura	\$ 135.000	\$ 540.000
<u>Arreglo de techos</u>		
Tejas	\$ 32.000	\$ 160.000
<u>Movimiento de máquinas</u>		
Montacargas	\$ 80.000	\$ 160.000
<u>Instalaciones eléctricas y aire</u>		
Cableado	\$ 3.000	\$ 300.000
Interruptores, cajas, tomacorrientes.	\$ 12.000	\$ 240.000
Otros		\$ 1.260.000
<u>Arreglo y pintura de paredes</u>		
Cemento	\$ 20.000	\$ 40.000
Arena	\$ 49.500	\$ 16.500
Pintura	\$ 5.000	\$ 10.000
Rodillos y brochas	\$ 11.000	\$ 11.000

ACCIONES	UNITARIO	GAS
Ladrillos	\$ 805	\$ 169.050
<u>Estantería</u>		
Estantes grandes	\$ 300.000	\$ 600.000
Cajas	\$ 15.000	\$ 450.000
Mesas	\$ 80.000	\$ 80.000
<u>Señalización</u>		
Letreros para las maquinas	\$ 20.000	\$ 180.000
Letreros para los estantes	\$ 3.500	\$ 52.500
<u>Mantenimiento máquinas</u>		
Taladros	\$ 200.000	\$ 200.000
Sinfin	\$ 100.000	\$ 100.000
Danobat	\$ 345.000	\$ 345.000
Warner I	\$ 430.000	\$ 430.000
<u>Adquisición máquinas</u>		
Dispositivo de Carasplanas	\$ 6.000.000	\$ 6.000.000
Herramientas		\$ 312.000
<u>Bandejas y dispositivos</u>		\$ 0
Bandejas	\$ 80.000	\$ 320.000
Toboganes	\$ 60.000	\$ 180.000
Carros	\$ 195.000	\$ 585.000
<u>Trabajadores</u>	\$ 800.000	\$ 2.400.000
TOTAL		\$ 15.310.550

Fuente: Autores

Como primer paso es importante tener dos escenarios: uno no debe tener en cuenta la implementación de las mejoras, mientras el otro debe tener en cuenta las mejoras realizadas pues generan cambios en los ingresos y en los costos.

- Las mejoras implementadas generaron:
 - Ingresos marginales. Los ingresos fueron ocasionados por el aumento de las ventas de acuerdo a la nueva capacidad de la Línea de Gas, los cuales fueron calculados de la siguiente manera:

Ingresos marginales

$$= (\text{Ventas esperadas}$$

$$- \text{Ventas sin implementacion de mejoras}) * \% \text{ Utilidad}$$

Cabe resaltar que se trabajará solamente con el producto *conector medidor*, cuyo porcentaje de relación con las ventas es del 0,64, por esta razón a cada uno de los rubros del estado de resultado (ver anexo 61) le fue aplicado este porcentaje, asumiendo que los datos obtenidos son los equivalentes para el *conector medidor*.

- Disminución en los costos del producto por la reducción del costo de la mano de obra. El costo de la mano de obra disminuye según la propuesta de distribución, pues se enfoca en el concepto de celdas de trabajo, por consiguiente la cantidad de operarios requerida es inferior. En este punto se debe tener en cuenta que los operarios no fueron despedidos, por el contrario fueron asignados a otros centros de trabajo dentro de la planta y líneas de producción existentes. La cantidad de operarios inicial era de 14, después de realizadas las mejoras la Línea de Gas cuenta con un total de 7 operarios.

La tabla 30 muestra la variación del concepto de mano de obra, que tuvo una disminución promedio de 19,41%.

Tabla 30. Disminución en los costos por mano de obra

PRODUCTO	ANTES			DESPUÉS			% VARIACIÓN
	MATERIALES CIF	MANO OBRA	COSTO TOTAL	MATERIALES CIF	MANO OBRA	COSTO TOTAL	
CONECTOR 1/2 CON PLATO FIJO	1.483,64	824,97	2.308,61	1.483,64	536,30	2.019,94	12,50%
CONECTOR 1/2 SIN PLATO FIJO	1.311,81	763,34	2.075,15	1.311,81	531,30	1.843,11	11,18%
CONECTOR CURVO 1/2 CON PLATO FIJO	1.691,72	1.451,93	3.143,66	1.691,72	589,23	2.280,95	27,44%
CONECTOR 3/8 CON PLATO FIJO	1.645,98	1.171,88	2.817,87	1.645,98	589,23	2.235,21	20,68%
UNIVERSAL DE 1/2 MACHO MACHO	2.253,09	1.393,87	3.646,96	2.253,09	613,73	2.866,82	21,39%
UNIVERSAL DE 1/2 MACHO HEMBRA	2.008,36	1.393,87	3.402,24	2.008,36	613,73	2.622,09	22,93%

UNIVERSAL DE 3/8 X 1/4	1.000,62	1.135,73	2.136,35	1.000,62	653,43	1.654,05	22,58%
UNIVERSAL DE 3/4	3.937,82	1.800,08	5.737,90	3.937,82	613,73	4.551,55	20,68%
ELEVADOR MONOLITICO DE 1/2 IPS X 1/2 MACHO	3.324,18	1.079,72	4.403,89	3.324,18	658,80	3.982,98	9,56%
ELEVADOR MODULAR DE 1/2CTS HEMBRA	2.624,63	1.615,58	4.240,22	2.624,63	658,80	3.283,43	22,56%
ELEVADOR MODULAR DE 1/2CTS MACHO	2.752,41	1.813,84	4.566,25	2.752,41	658,80	3.411,21	25,30%
ELEVADOR MODULAR DE 1/2 IPS X 80 MM HEMBRA	3.439,53	1.988,52	5.428,05	3.439,53	658,80	4.098,33	24,50%
ELEVADOR MODULAR DE 1/2 IPS X 80 MM MACHO	3.659,33	2.139,64	5.798,97	3.659,33	627,62	4.286,95	26,07%
ELEVADOR MODULAR 3/4 X 3/4" X 100 HEMBRA	7.336,34	2.313,60	9.649,93	7.336,34	627,62	7.963,96	17,47%
ELEVADOR MODULAR 1"	12.054,66	2.784,41	14.839,07	12.054,66	639,96	12.694,62	14,45%
TOTAL			74.195,11	TOTAL			59.795,20
							19,41%

Fuente: Datos del departamento de producción

Los datos por costos de mano de obra también fueron modificados en el estado de resultado que tiene en cuenta la implementación de las mejoras.

- En el mes de Julio se venden 2 toneladas y media de producto no conforme como chatarra. El precio total de venta fue de cuatrocientos cincuenta y dos mil pesos colombianos (\$ 452.000).

De acuerdo a los datos anteriores es preciso evaluar la inversión y los ingresos esperados de acuerdo a las mejoras implementadas. La evaluación se realizará por el método del Valor Presente Neto (VPN) porque los ingresos y egresos futuros se transforman a pesos de hoy y así puede verse, fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos. Si el valor presente neto (VPN) es mayor que cero significa que el proyecto rinde a una tasa mayor que la exigida por los socios como costo mínimo de capital y por ende el proyecto es aceptable.

El flujo de dinero invertido y esperado es el que se muestra a continuación, los valores se encuentran en miles de pesos, y el proyecto será evaluado en un periodo de un año.

Tabla 31. Flujos de dinero esperados

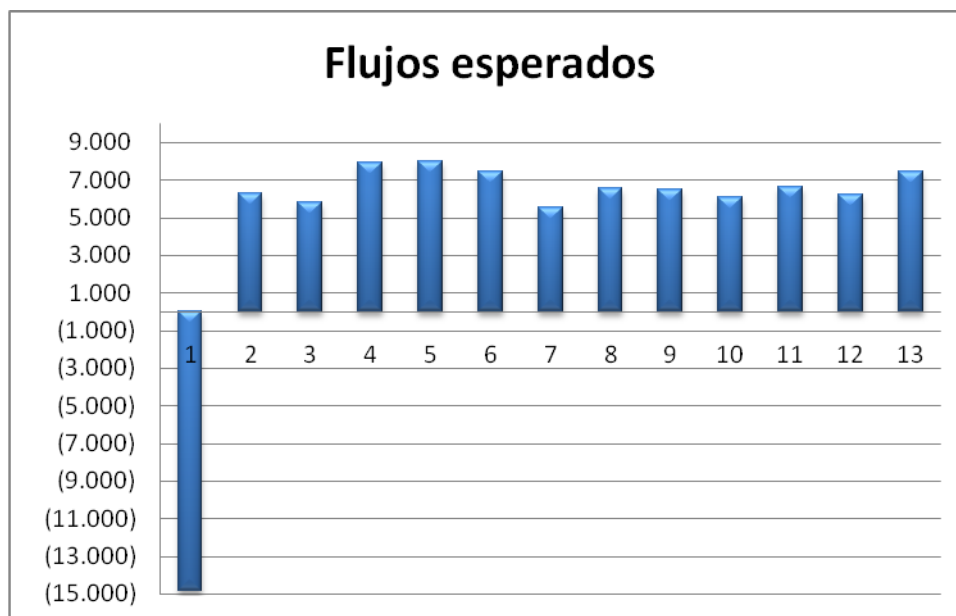
	2009						2010						
	Periodo inicial	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Jun.	Jul.
<u>ENTRADAS</u>													
Ventas	-	1.178	708	2.809	2.897	2.386	409	1.477	1.366	962	1.562	1.144	2.333
Ahorro en costos		5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100	5.100
Venta PNC	452												
TOTAL ENTRADAS	452	6.278	5.808	7.909	7.997	7.486	5.509	6.577	6.466	6.062	6.662	6.244	7.433
<u>SALIDAS</u>													
Inversión de mejoras	-15.310,55												
<u>TOTAL ENTRADAS -SALIDAS</u>	(14.859)	6.278	5.808	7.909	7.997	7.486	5.509	6.577	6.466	6.062	6.662	6.244	7.433

VPN		Mensual	Anual
	Costo de capital*	0,4%	5,40%
	\$ 63.331,87	Periodo de recuperación	2,35 meses

Fuente: Autores

* Dato suministrado por el director financiero de PENAGOS HERMANOS

Ilustración 50. Flujos de dinero esperados



Fuente: Autores

El $VPN > 0$ por lo tanto se puede decir que la inversión producirá ganancias por encima de la rentabilidad esperada, para esta caso el costo de capital. El plazo de tiempo que se requiere para que los flujos de efectivo de la inversión recuperen su costo o inversión es de 2,35 meses en el corto plazo.

9.2. PRODUCTIVIDAD

Existen diversas definiciones sobre productividad, como se muestra a continuación:

“Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las

actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos. Es la firme creencia del progreso humano.” EPA (Agencia Europea de Productividad).

“Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo, a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. ‘Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora’ o también se tiene que ‘Menor número de insumos para misma producción, productividad mejora’.” (Administración de operaciones, Roger G. Schroeder, McGraw Hill, Pág. 533)

“Medida de que tan bien se utilizan los recursos. En su sentido más amplio, la productividad se define como: $Productividad = Salidas/Entradas$ ” (Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, Chase, Richard; Jacobs, Robert; Aquilano, -Nicholas, McGraw Hill, pág.46)

Existen tres tipos de productividad según el libro “Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva”¹⁸:

1. Productividad global: Es la razón entre todas las salidas con todas las entradas.
2. Productividad total de los factores: Razón de la salida con un grupo de entradas (pero no todas las entradas).
3. Productividad parcial: Razón de las salidas con una sola entrada.

En PENAGOS HERMANOS se hallará la productividad parcial de mano de obra, la cual se calcula a través de la relación entre el volumen de las ventas y la mano de obra empleada para producirla.

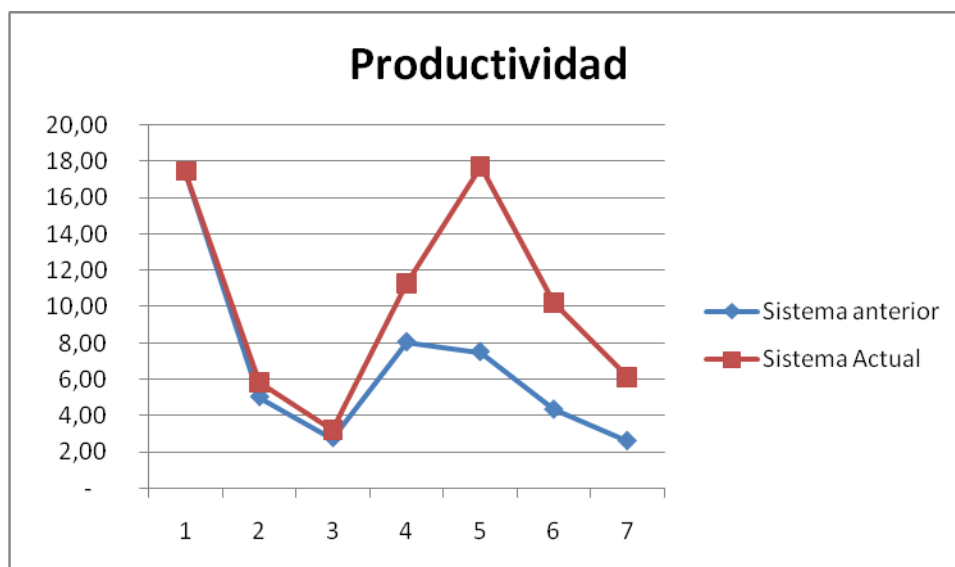
¹⁸ Chase, Richard; Jacobs, Robert; Aquilano, Nicholas, McGraw Hill, Décima edición, 2007.

Tabla 32. Datos productividad

MES	PRODUCCIÓN TOTAL	MANO DE OBRA*	PRODUCTIVIDAD SISTEMA ANTERIOR	PRODUCTIVIDAD SISTEMA ACTUAL
Marzo	\$ 244.475,00	\$ 14.000,00	17,46	17,46
Abril	\$ 70.557,00	\$ 12.000,00	5,04	5,88
Mayo	\$ 38.953,00	\$ 12.000,00	2,78	3,25
Junio	\$ 112.948,00	\$ 10.000,00	8,07	11,29
Julio	\$ 105.379,00	\$ 5.950,00	7,53	17,71
Agosto	\$ 60.845,00	\$ 5.950,00	4,35	10,23
Septiembre	\$ 36.581,00	\$ 5.950,00	2,61	6,15

Fuente: Autores

Ilustración 51. Productividad de Marzo a Septiembre de 2009



Fuente: Autores

Se puede observar en la tabla 32 y en la ilustración 51 una disminución en las ventas, pero esta es debida a la pérdida de licitaciones**. Sin embargo según el análisis de la productividad es notable un aumento de ella en los diferentes periodos. La productividad de los meses de Julio, Agosto y Septiembre en el

* La disminución de los empleados se hace de forma gradual, a medida que las mejoras planteadas son estudiadas por dirección de producción y consecuentemente implementadas.

** La participación en las licitaciones fue en los primeros meses del año con el costo de la mano de obra anterior, no obstante en el mes de Agosto la empresa logra ganar licitaciones para los últimos meses del año.

sistema anterior (sin mejoras) se calcula sin cambios en la mano de obra y se compara con la productividad del sistema actual (con mejoras), calculada con la disminución en los costos de mano de obra. La productividad de la empresa podía haber sido mayor si las ventas no hubieran disminuido en los meses donde las mejoras son implementadas.

10. CONCLUSIONES

- El análisis Pareto logró identificar las referencias más importantes para la Línea de Gas y en ellas realizar el mejoramiento, en función de las necesidades de los clientes.
- Los diagramas de operaciones y de recorrido son fundamentales para el reconocimiento de los procesos, recorridos, maquinaria y todo lo relacionado en la fabricación de los productos.
- El estudio de tiempos realizado brindó la información necesaria para poder efectuar el análisis de la capacidad instalada. Se identificaron los recursos restrictivos del sistema: C.N.C y el torno Danobat, encontrándose que la empresa empíricamente los tenía identificados, de manera que maximizaba su producción programando jornadas adicionales.
- El Dispositivo de Carasplanas fabricado por la empresa para operación de carasplanas en los espigos, logró eliminar el uso de un recurso restrictivo y compartido, permitiendo eliminar las restricciones.
- El Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta que permite identificar todas las actividades en la planeación y la fabricación de un producto, visualizar el proceso, permite que el mapa general sea entendido por cualquier persona en la empresa y resalta la interrelación entre flujos de información y materiales, con el fin de encontrar oportunidades de mejoramiento que tengan un impacto sobre toda la cadena y no en procesos aislados.
- La redistribución de la Línea de Gas por celdas de trabajo permitió facilitar el avance del proceso de fabricación, pues en la celda de espigos se pudo

implementar flujo continuo, a su vez se consiguió disminución de inventario de producto en proceso y se obtuvo una mejor utilización de la mano de obra.

- La creación de la bodega de producto terminado permite tener el control del mismo, y que su almacenamiento se realice en las condiciones adecuadas.
- Como consecuencia de las mejoras implementadas se obtiene la disminución del Lead Time del 95% para conector medidor y de 95% para conector curvo. La capacidad, si sólo se produjera *conector medidor* aumentó en un 30,25% según los datos obtenidos en la simulación.
- La herramienta de la simulación es muy importante para el análisis de la capacidad, ya que se puede evaluar y simular escenarios muy cercanos a la realidad. obteniéndose datos que numéricamente son difíciles de hallar por métodos cuantitativos, dado que la simulación tiene en cuenta y estima las distancias recorridas de las piezas y el tipo de producción.
- Con la creación del sistema de indicadores de gestión en la Línea de Gas, PENAGOS HERMANOS podrá llevar un control y tener estadísticas de los procesos, igualmente identificará posibles falencias y de acuerdo a las mismas, tomar decisiones para su mejoramiento.
- La realización de jornadas Kaizen en diferentes zonas de la empresa permitió excelente logros en: mejoras en los procesos de las áreas donde se implementaron, la eliminación de despilfarros, puestos de trabajo seguros y ordenados de acuerdo a las especificaciones y necesidades del proceso.
- La gerencia visual de talento humano generará un impacto positivo en las personas, al brindarles la oportunidad de autoevaluarse, en pro de ser mejores día a día.

- La inversión para llevar a cabo el total de las mejoras realizadas se recupera en 2,35 meses, indicador hallado al efectuar el análisis financiero con el producto conector medidor, el cual representa el mayor porcentaje dentro del mix de producto fabricado y comercializado por la empresa.
- Se logró un aumento en la productividad de mano de obra de la línea, producto de la disminución del costo de este rubro. El análisis se realizó con los datos reales de ventas, pero es importante tener en cuenta que la Línea de Gas aumentó su capacidad y de este modo la productividad tiende a aumentar aún más.

11. RECOMENDACIONES

- Realizar el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria, con el fin de garantizar su funcionamiento. Junto con el plan es necesario que se realice el estudio para la disminución de los tiempos de alistamiento, esto traerá como consecuencia la flexibilidad de la cadena.
- Mantener la organización de cada uno de los puestos de trabajo de la Línea de Gas, siguiendo los estándares de las 5S's, permitiendo el mejoramiento continuo.
- Implementar las capacitaciones sobre las 5S's para lograr la adaptación completa de la cultura en cada uno de los empleados.
- Es importante que cada uno de los departamentos de una empresa luchen por un mismo fin, si los esfuerzos por alcanzarlo son aislados, las mejoras no se realizarán satisfactoriamente. Por esta razón es recomendable la contratación de nuevos practicantes en los diferentes procesos de la planta, para lograr que el plan de mejoramiento del sistema de manufactura PENAGOS sea todo un éxito y así todo el personal trabajará por un solo fin.
- Es recomendable que la empresa desagregue la contabilidad por líneas de producción, de esta manera se podría llevar un control y análisis por cada una de ellas.

12. BIBLIOGRAFÍA

- CHASE, Richard B., JACOBS F. Robert, AQUILANO Nichikas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva. Décima edición. México, Mc Graw Hill, 2005.
- DUGGAN, Kevin J. Creating Mixed Model Value Streams. New York: Productivity press, Primera edición, 2002.
- DOMINGUEZ MACHUCA José Antonio, GARCÍA GONZÁLEZ Santiago, DOMINGUEZ MACHUCA M. Ángel, RUIZ JIMÉNEZ Antonio, ÁLVAREZ GIL M José. Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. España, Mc Graw Hill, 1995.
- SULE, Dileep R. Instalaciones de Manufactura, Ubicación, Planeación y Diseño. Editorial Thomson Learning, México 2001.
- ÓRTIZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1999.
- GOLDRATT, Elihayut. La Meta. Ediciones Castillo, México 5° Edición, 1996.
- SERRANO LASA Ibon. Análisis de la Aplicabilidad de la Técnica Value Stream Mapping en el Rediseño de Sistemas Productivos. Girona, 2007, p. 71. Tesis Doctoral. Universidad de Girona. Departamento de Organización, Gestión Empresarial y Diseño de Producto.
- http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/p3_PLANTAS.pdf

- http://www.12manage.com/methods_kaizen_es.html
- <http://www.aec.es/fondodoc/justintime.pdf>
- <http://gerencia.blogia.com/2007/101802-la-gerencia-visual.php>
- <http://www.lablaa.org/blaavirtual/ciencias/sena/metalurgia/fedemetal/fedeme5b.htm>

ANEXOS

ANEXO 1

DESCRIPCIÓN DEL ORGANIGRAMA

1. Dirección: El objetivo principal es planificar, administrar y controlar estrategias que permitan un crecimiento sostenible de la organización. Tiene como funciones: liderar la planificación de los presupuesto de la organización, planificar con los directores correspondientes el plan de ventas nacional e internacional, definir la política y objetivos integrales de gestión, participar en la creación de Indicadores de gestión de los procesos, planificación del sistema integral de gestión y los objetivos propios de los procesos, dar directrices en la planificación de negociaciones con los clientes, orientar la generación de nuevas oportunidades de negocio, asignar y definir las responsabilidades en materia de seguridad, promover el cumplimiento de los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios., asignar recursos para el mantenimiento del sistema y el normal funcionamiento de la organización y verificar cada uno de los puntos anteriores.

La conforman los siguientes cargos:

Presidente

Gerente

Asesor Financiero

2. Cuerpo de la organización, está compuesto por:

2.1. Comercio internacional: Realizar actividades comerciales de promoción, venta, identificación de oportunidades de negocios y nuevos productos orientados a la generación de utilidades a la empresa y a la permanencia en el mercado, teniendo en cuenta el servicio al cliente como parte fundamental del proceso. Gestionar las actividades de recepción, almacenamiento, empaque, despacho,

documentación, trámites de legalización e intermediación aduanera de los pedidos de exportación y/o importación y propender por la seguridad de los productos desde la entrega en fábrica hasta su destino final.

2.2. Comercio nacional: Realizar actividades comerciales de promoción, venta, identificación de oportunidades de negocios y nuevos productos a nivel nacional, orientado a la generación de utilidades a la empresa y a la permanencia en el mercado, teniendo en cuenta el servicio al cliente como parte fundamental del proceso. Gestionar las actividades de recepción, almacenamiento, empaque y despacho del producto terminado en las cantidades requeridas por el cliente a nivel nacional.

2.3. Contabilidad y Tesorería: Administrar el uso de los recursos para el buen desempeño de la organización. Planificación y ejecución del presupuesto de la empresa. Planificación y ejecución de la actividad tributaria. Planificación y ejecución de la gestión de pagos a proveedores y/o partes interesadas. Planificación y recaudo del manejo de cartera

2.4. Producción: Generar los planes de producción y fabricar los productos de acuerdo con la planeación establecida, cumpliendo con las expectativas del cliente en cuanto a especificaciones de calidad y plazos de entrega; y como segundo objetivo de esta área, debe programar, efectuar y verificar actividades de mantenimiento a las maquinas, equipos de producción y reparaciones locativas, así como atender las solicitudes por mantenimientos correctivos que aseguren un correcto funcionamiento de dicha maquinarias y equipos.

2.5. Suministros: Gestionar las compras de materias primas, insumos y/o servicios, administrar y controlar los materiales necesarios para la fabricación del producto, garantizando las condiciones más favorables para la organización (calidad, precio y entregas).

2.6. Ingeniería y Desarrollo: Tiene principalmente dos objetivos, el primero es identificar, planificar y desarrollar nuevas oportunidades de manufactura comercialización, así como la ejecución del diseño y desarrollo de nuevos productos o mejoras a los existentes, que satisfagan las necesidades del cliente y las tendencias del mercado; y el segundo objetivo consiste en realizar, controlar y adecuar la información técnica y constitutiva de los productos, de acuerdo a las especificaciones del cliente, requisitos de ley y de la organización.

2.7. Recursos Humanos: Suministrar y evaluar el personal de acuerdo con los procedimientos y mecanismos establecidos por la organización y brindar los espacios necesarios para el crecimiento y formación del talento humano.

2.8. Sistema de Gestión: Recibir las reclamaciones y dar respuesta a los clientes externos referente a garantías, estado de pedidos, Información y formación técnica de los productos, así como el establecimiento de actividades internas que se generen a partir de estas solicitudes y reclamaciones; y como segundo objetivo de esta área es el de mantener y mejorar continuamente el sistema integral de gestión de acuerdo a las norma ISO 9001, norma y estándares BASC, así como brindar pautas y herramientas adecuadas para el direccionamiento de dicho sistema.

ANEXO 2

DESCRIPCION DE LAS FAMILIAS DE PRODUCTOS

1. EQUIPOS PARA CAFÉ.

1.1. La Unidad Compacta de Beneficio Ecológico UCBE: ha sido diseñada bajo los más rigurosos estándares de calidad con el fin de obtener bajos porcentajes de cascarilla y café trillado, y de permitir una clasificación de la pasilla (segundos y terceros) gracias a que posee una criba circular de varillas que permite el paso de grano de buena calidad hacia el desmucilagador.

Ilustración 52. Productos referencia UCBE.



Fuente: www.penagos.com

1.2. Robusta: Permite beneficiar el café robusta⁷¹ por el sistema húmedo tal y como se hace con el café arábica, adecuando la nueva tecnología de beneficio a las características especiales del café robusta, para lograr un producto de más alta calidad, en un proceso muy controlado y eficiente, que involucra la clasificación de la fruta, transporte, despulpado, repaso, y lavado mecánico, en desmucilagadores verticales ascendentes, dejando el grano pergamino listo para

⁷¹ El café comprende dos especies diferentes vegetales: la “*coffea arabica*” llamada, vulgarmente, café arábica y la “*coffea canephora*” llamada café robusta por ser más robusta frente a las enfermedades que la arábica. El café arábica tiene más aroma y acidez y se considera superior en calidad al robusta, que tiene más cuerpo y es más barato.

el proceso de secado. Se involucra una unidad de clasificación que por densidad separa los granos más adecuados para el beneficio húmedo, a la vez que atrapa piedras y objetos duros para mejorar la confiabilidad y la vida útil de los equipos.

Ilustración 53. Máquina Robusta



Fuente: www.penagos.com

1.3. Despulpadoras Horizontales - DH: Nuevas Despulpadoras Horizontales fabricadas en costados de lámina, con pechero de hierro fundido rectificado, despulpa totalmente sin agua, minimizando el daño mecánico y el cascareo, sin pérdida de grano en la pulpa.

Con transmisión silenciosa de cadena y piñón, durables camisas de acero inoxidable y pintura a base de poliuretano.

Ilustración 54. Máquina Despulpadora Horizontal.



Fuente: www.penagos.com

2. MAQUINARIA AGRÍCOLA.

2.1. Trituradores De Desechos Vegetales – TDV: Los trituradores/picadores PENAGOS HERMANOS han sido especialmente diseñados para procesar Desechos Vegetales, de tal modo que al mismo tiempo que permiten una considerable reducción de volumen, preparan el material para ser utilizados en posteriores procesos de compostaje y/o elaboración de otros productos derivados.

El triturado se logra gracias a la acción de martillos retráctiles tipo sierra de 6 usos, dispuestos a lo largo de la cámara de triturado, mientras que el picado se realiza utilizando una tolva lateral, que con la ayuda de tres (3) cuchillas móviles permite picar caña de azúcar y podas de árboles de hasta 1.5" de diámetro.

Los trituradores/picadores PENAGOS HERMANOS vienen en cinco (5) modelos diferentes, dependiendo del volumen de material a procesar, de los sistemas de alimentación y evacuación que mejor se adapten a sus necesidades y de las condiciones de instalación que se presenten.

Ilustración 55. Máquinas Trituradoras de Desechos Vegetales.



Fuente: www.penagos.com

2.2. Picapastos: Para el diseño y elaboración de estos equipos se han utilizado los más rigurosos estándares de calidad, complementado con excelentes procesos de manufactura, buscando atender tanto el pequeño como el mediano productor, pensando no sólo en su funcionamiento continuo, mínimo mantenimiento, bajo consumo de potencia, sino también en su versatilidad y sencillez.

Ilustración 56. Máquinas Picapastos.



Fuente: www.penagos.com

2.3. Molinos: Diseñado para moler materiales húmedos, semisecos y secos. Novedoso sistema de graduación de los discos molidores que le garantizan conservar la tolerancia según la calidad del producto que se quiera obtener. El TP32 es una combinación de triturador, picapastos y ensiladora. Está diseñado para triturar granos, forrajes (pastos verdes y secos, caña dulce, mazorca de maíz, tusas etc.).

Ilustración 57. Molinos.



Fuente: www.penagos.com

2.4. Desgranadores: El portafolio de productos PENAGOS HERMANOS destinados a la producción agroindustrial, incluyen entre otros Desgranadoras de Cereales (DC), Desgranadoras de Maíz (DM), Molinos de Disco y Picapastos, los cuales pueden adaptarse tanto a motores de gasolina como a motores eléctricos.

Ilustración 58. Desgranadores.



Fuente: www.penagos.com

2.5. Picadora Ensiladora - PE: Pica caña, pasto, sorgo, maíz, desechos de cosechas y en general todo tipo de forraje. Versátil por los diferentes tamaños de corte, le permite desde un picado fino para ensilaje, hasta una picado largo ideal para la ración diaria.

Ilustración 59. Picadoras Ensiladoras.



Fuente: www.penagos.com

2.6. Trapiches: es un molino utilizado a fin de extraer el jugo de determinados frutos de la tierra, como la caña de azúcar.

Ilustración 60. Trapiches.



Fuente: www.penagos.com

3. ACCESORIOS PARA LA INSTALCIÓN DE GAS DOMICILIARIO

3.1. Conector Curvo – CU:

Ilustración 61. Conectores curvos.



Fuente: Empresa

3.2. Conector Medidor – CM

Ilustración 62. Conector Medidor.



Fuente: Empresa

3.3. Elevador Modular (EM) y Convencional (EC)

Ilustración 63. Elevadores.



Fuente: Empresa

3.4. Unión Universal – U

Ilustración 64. Unión Universal.



Fuente: Empresa

ANEXO 3

MATERIAL PRIMA

Tabla 3-1. Materia prima

MATERIALES	
Marquillas	Tubería acero
Rollo de cinta	Madera
Bolsa plástica	Pintura
Zuncho metálico y plástico	Masillas
Puntillas	Anticorrosivos
Calcomanías	Gases-oxígenos-acetilenos
Herramientas fungibles	Soldaduras
Cuchillas	Chavetas
Elementos Alphaset	Arandelas
Fundición nodular	Tuercas
Fundición cuproaluminio	Tornillos
Fundición aluminio	Mallas
Fundición bronce	Flejes
Fundición acero en bruto	Ángulos, platinas y perfiles
Fundición hierro	Láminas
Motoreductores	Bronces fosforados
Bujes de fijación	Aceros en corte
Sellos	Aceros redondos
Rodamientos	Bandas trapezoidales
Tubería PVC	Motores
Materiales eléctricos	

Fuente: Autores

La lista no se encuentra detallada debido a la gran cantidad de materiales e insumos que son comprados para la producción.

ANEXO 4

MAQUINARIA UTILIZADA

Tabla 4-1. Maquinaria existente en la planta

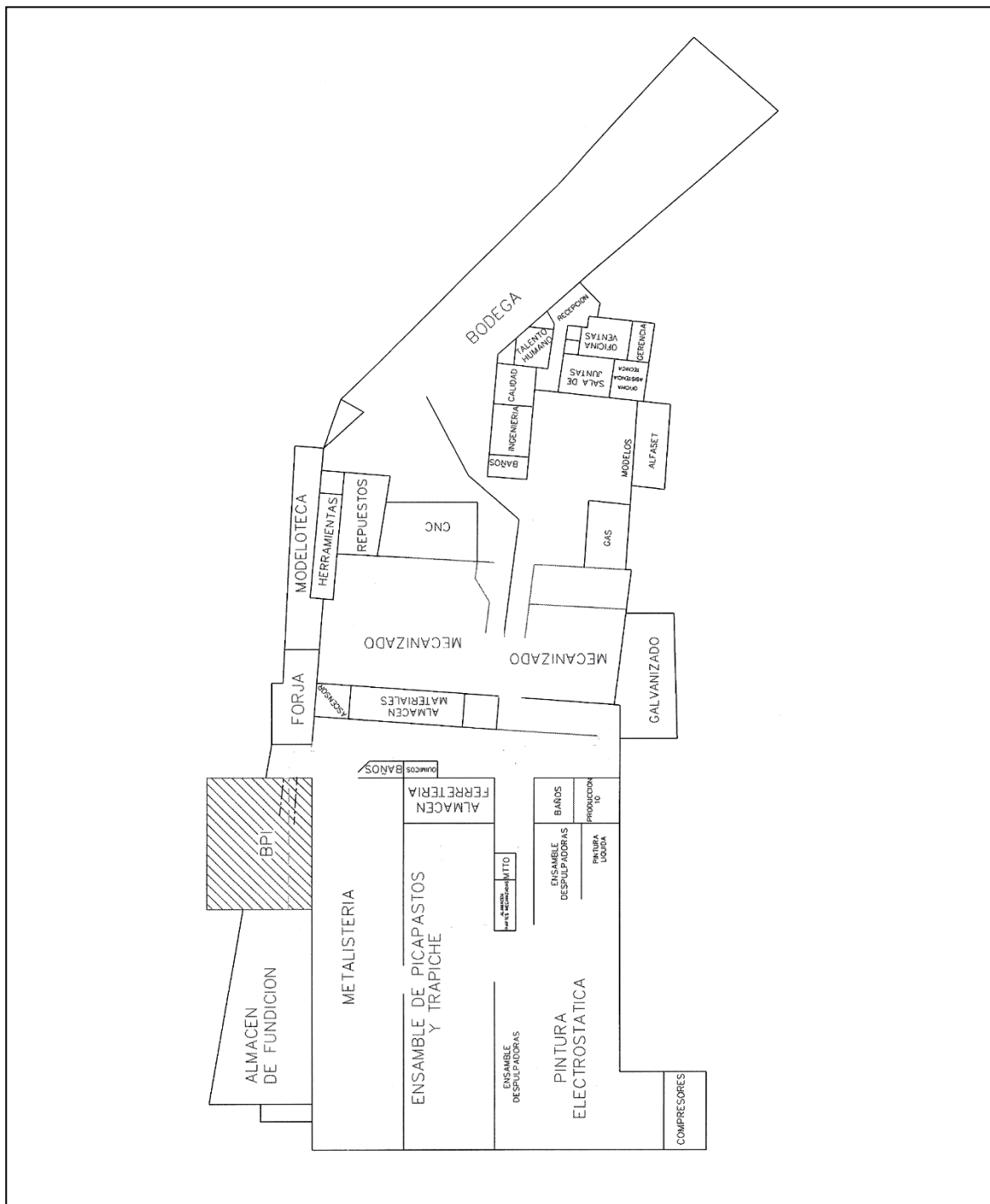
NÚMERO DE MÁQUINAS	MÁQUINA	MARCA	MODELO	SECCIÓN
2	Torno Convencional	Warner	M1200	Gas
1	Torno Convencional	Turnmaster	1978	Mecanizado
1	Torno Revolver	Solberga	2005	Mecanizado
1	Torno Revolver	Toss	1981	Mecanizado
2	Torno Convencional	AFM	1975	Mecanizado
2	Torno Convencional	Tarnow TUJ	1975	Mecanizado
1	Torno Convencional	McCabe	1975	Mecanizado
1	Torno Convencional	Guruzpe	1964 Supera	Mecanizado
1	Torno Automático	Camporessi	EGO	Gas
1	Torno Neumático	Danobat	Inematic 26 ^a 35	Gas
1	Torno CNC	Leadwell	LT7	CNC
1	Torno CNC	HAAS	SSL10T	CNC
1	Torno CNC	Leadwell	LTC 20B	CNC
1	Prensa Hidráulica	Vickers	Cat Boot	Gas
1	Roscadora	Fablamp		Gas Mecanizado
1	Cierra Sinfín	Behr	WH1016	Mecanizado
1	Taladro Radial	MAS	1985	Mecanizado
1	Taladro Radial	JET	TRD700	Mecanizado
1	Taladro Radial	Kazanlik	1969-BH32	Mecanizado
2	Taladro Arbol	TF	TF40-50	Gas
1	Dobladora	Zelton		Gas
1	Rectificadora	Bikain	RCL-1000	Mecanizado
1	Fresadora	Milwaukee	Model H	Mecanizado
1	Fresadora	Zayer	4H3259	Mecanizado
1	Alesadora	Genérica		Mecanizado
1	Cepillo Puente	Lagun		Mecanizado
1	Segueta Sinfín	Genérica		Gas
1	Fresadora	Rockford		Mecanizado
1	Acanaladora	Genérico		Mecanizado
1	Cortadora Disco	Genérico		Mecanizado
1	Cizalla	Franco H	FH9610	Metalistería
7	Soldador MIG	Lincoln	POWRMIG255	Metalistería

NÚMERO DE MÁQUINAS	MÁQUINA	MARCA	MODELO	SECCIÓN
1	Troqueladora	Peddinghaus	MASCH-1160	Metalistería
4	Esmeriles	Genérico		Metalistería Ensamble
1	Martillo Neumático	Campell H	PL2534	Ensamble
1	Taladro	AB Arboga	ER-830	Metalistería
1	Dobladora	Agra		Metalistería
1	Cizalla Manual	Genérico		Metalistería
1	Pulidora	Genérico		Metalistería
1	Dobladora	Uss Usa		Metalistería
1	Troqueladora	Zani		Metalistería
4	Soldador Arco	Arc Welder	AC225	Ensamble
2	Soldador MIG	Hobar	Beta-MIG 250	Ensamble
1	Rectificador Corriente	Genérico		Ensamble
1	Centrifuga	Penagos		Gas
1	Horno de Curado	Genérico	Briellon	Pintura
1	Compresor Aire	Puzka	AT-150	Pintura
2	Equipos Electroestática	Nordson	HR-2-50	Pintura
3	Cabinas de pintura			Pintura
1	Polipasto	Berg Steel	BS-TEW	Pintura

Fuente: Autores

ANEXO 5

PLANO DE LA PLANTA SUMINISTRADO POR LA EMPRESA



ANEXO 6
PLANO PLANTA ELABORADO

ANEXO 7

PROCESOS PRODUCTIVOS GENERALES

DIAGRAMA GENERAL PROCESO UNIDAD DE APOYO

ELABORADO POR: OMAR ANDRES BALLESTEROS - MARIA FERNANDA VILLABONA

FECHA DE ELABORACION: 1 DE ABRIL DE 2009

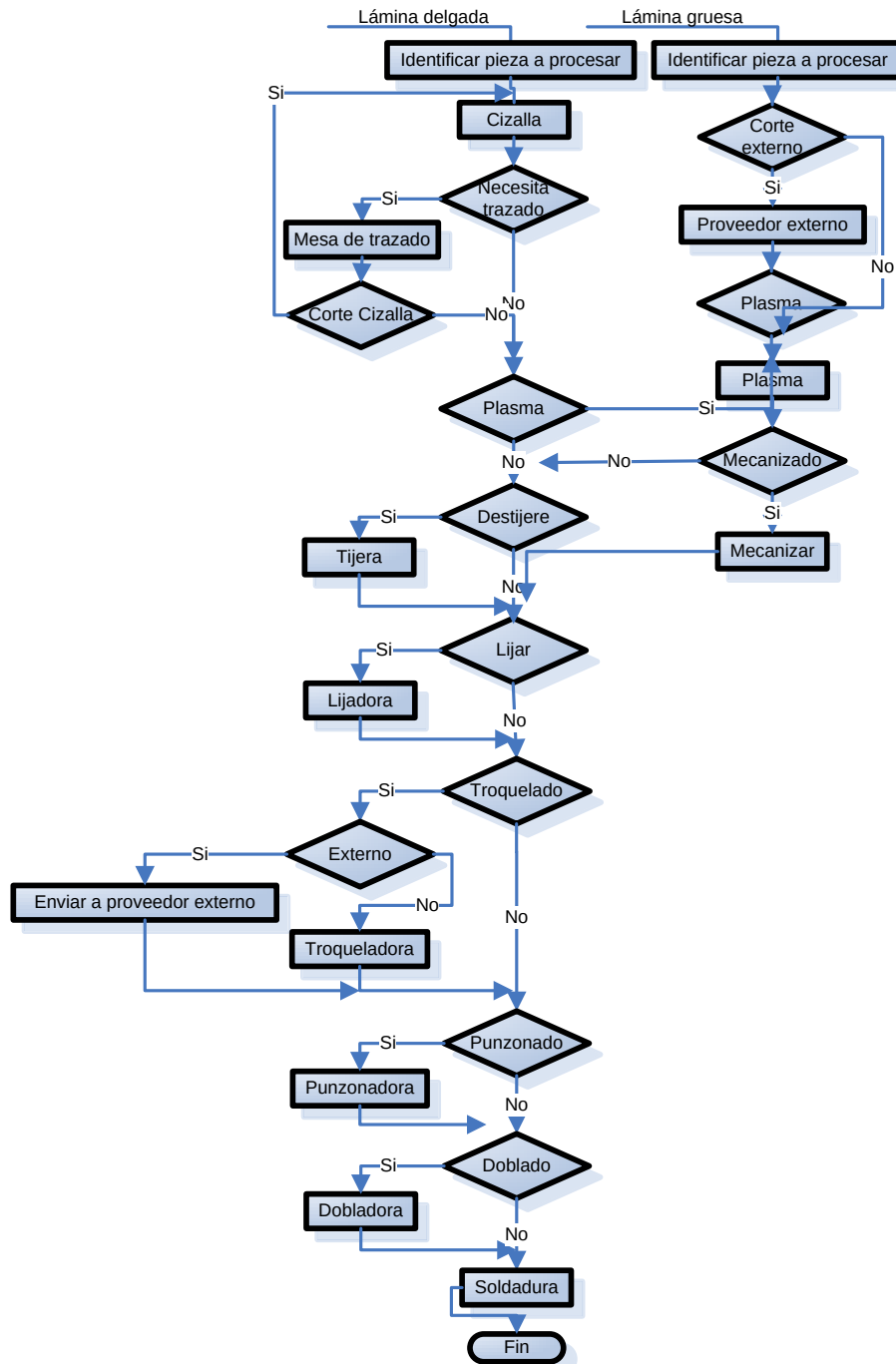
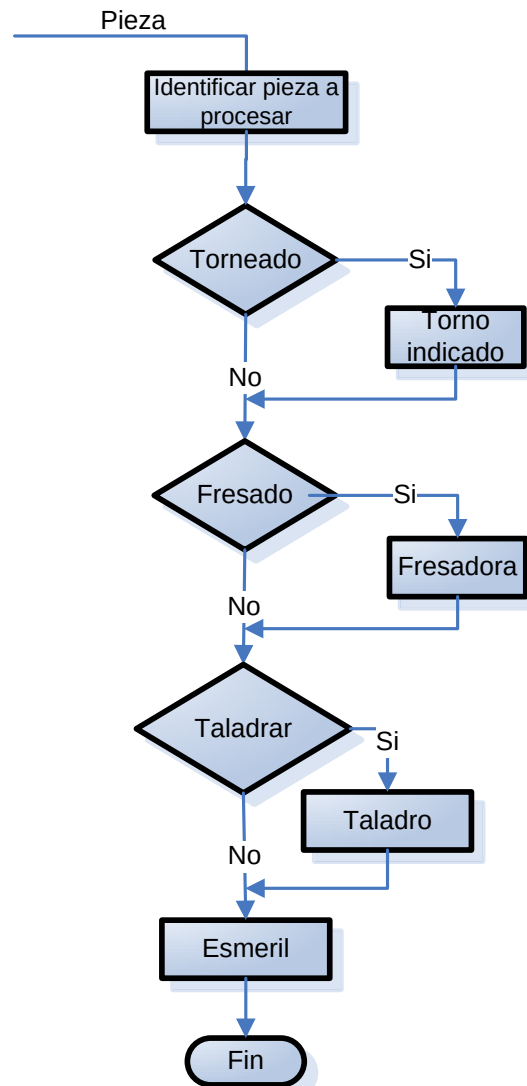


DIAGRAMA GENERAL PROCESO MECANIZADO**ELABORADO POR:** OMAR ANDRES BALLESTEROS - MARIA FERNANDA VILLABONA**FECHA DE ELABORACION:** 1 DE ABRIL DE 2009

ELABORADO POR: OMAR ANDRES BALLESTEROS - MARIA FERNANDA VILLABONA

FECHA DE ELABORACION: 1 DE ABRIL DE 2009

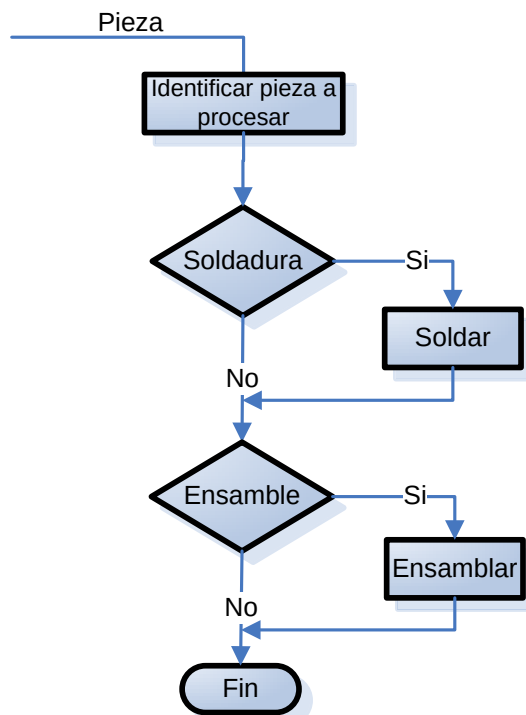
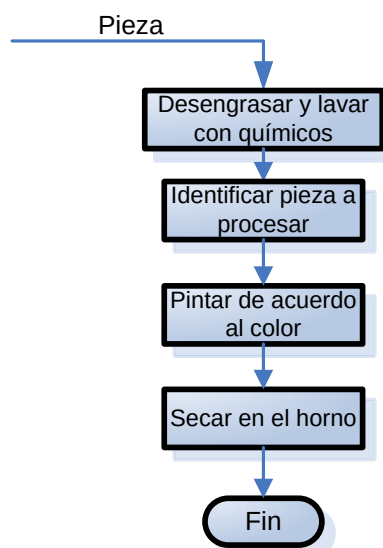


DIAGRAMA GENERAL PROCESO PINTURA

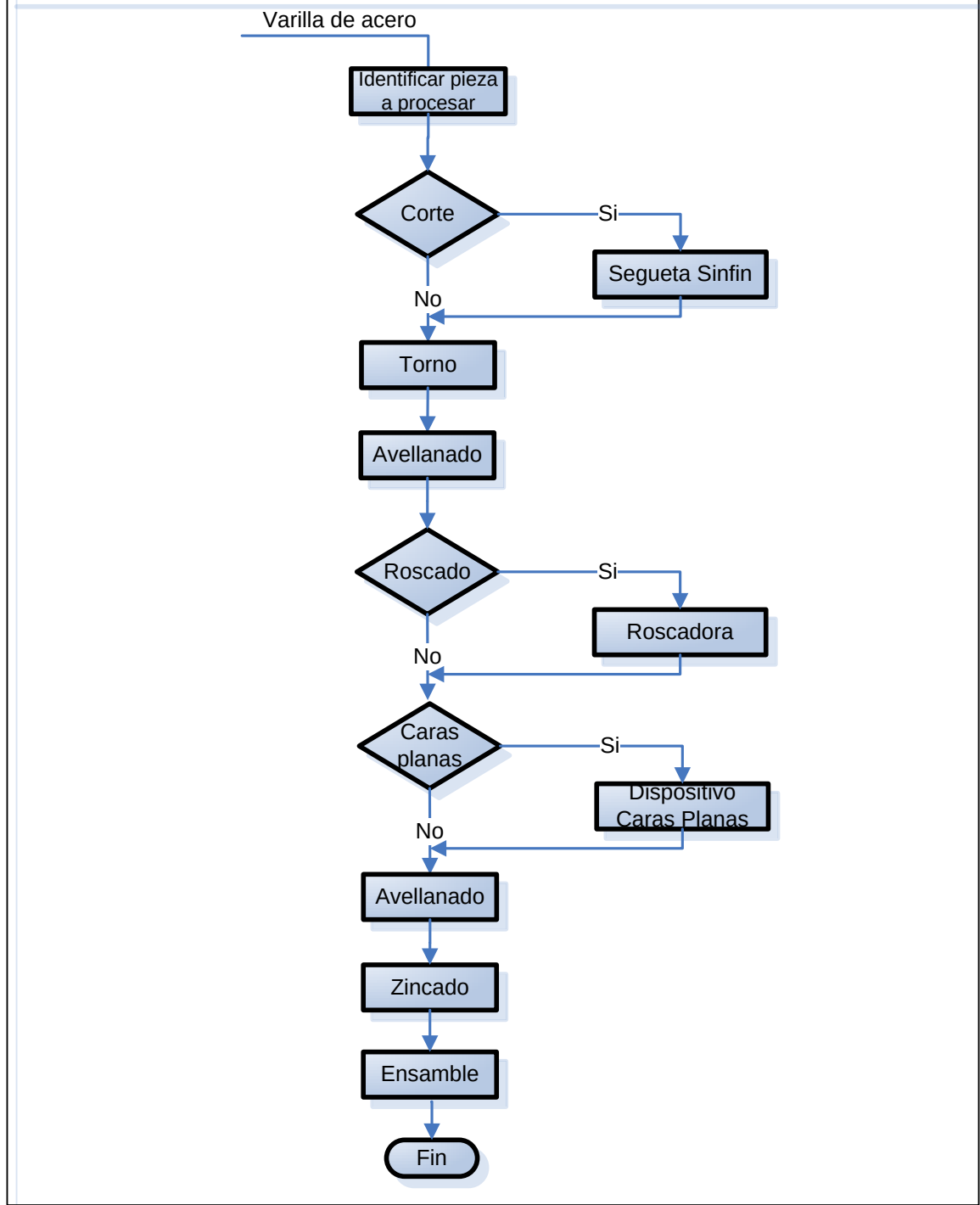
ELABORADO POR: OMAR ANDRES BALLESTEROS - MARIA FERNANDA VILLABONA

FECHA DE ELABORACION: 1 DE ABRIL DE 2009



ANEXO 8

PROCESO GENERAL LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS

DIAGRAMA GENERAL PROCESO GAS**ELABORADO POR:** OMAR ANDRES BALLESTEROS - MARIA FERNANDA VILLABONA**FECHA DE ELABORACION:** 1 DE ABRIL DE 2009

ANEXO 9

LISTA DE CHEQUEO DESPILFARROS

Para poder llenar la lista de chequeo se debe seguir la siguiente metodología:

- Identificar y registrar el despilfarro encontrado en la casilla toando en cuenta el tipo al que corresponda.
- Si el despilfarro existe, se debe marcar una X en la casilla de la columna Si.
- Valorar la magnitud del despilfarro existente, según la siguiente tabla:

Tabla 9-1. Criterios de análisis de despilfarro.

NIVEL	SIGNIFICADO
1	Si el despilfarro es considerado por su importancia como muy bajo
2	Si el despilfarro es considerado por su importancia como bajo
3	Si el despilfarro es considerado por su importancia como medio
4	Si el despilfarro es considerado por su importancia como medio alto
5	Si el despilfarro es considerado por su importancia como alto

Fuente: Autores

Tabla 9-2. Lista de chequeo de despilfarros

LISTA DE CHEQUEO DE DESPILFARROS				SECCIÓN: PLANTA	FECHA
				REVISADO:	ABRIL 20/2009
1. Muy bajo 2. Bajo 3. Medio 4. Medio alto 5. Alto					
TIPO	DESCRIPCIÓN	EXISTE		MAGNITUD	CAUSA
		SI	NO		
PERSONAS	Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales	x		4	Las distancia entre Los centros de trabajo son grandes y la distribución en planta de éstos está mal diseñada.
					La bodega se encuentra muy lejos de la zona de ensamble
					Procesos de algunas piezas hacen que haya desplazamiento de personal y de material

					Algunos operarios no cuentan con la herramienta necesaria, por lo que deben ir a otros puestos de trabajo a buscarla
					La planta cuenta con un patín para el manejo de residuos de las máquinas.
	Es usual la búsqueda de herramientas en el lugar de trabajo	x		5	Los operarios no cuentan con una ubicación ordenada de las herramientas, provocando pérdidas de tiempo
	Existen observaciones por parte de los operarios cuando trabajan con máquinas automáticas	x		2	Sólo se cuenta con tres tornos de control numérico computarizado (C.N.C), y cuando es posible el operario realiza otra operación como desbaste.
	Los operarios realizan inspecciones constantemente	x		3	En la línea de gas esta inspección es constante y del 100% en el producto terminado. En mecanizado y ensamble se realiza inspección.
MÁQUINAS	Existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	x		4	Debido a que los tiempos de puesta a punto de las máquinas son muy largos, se hace necesaria la elaboración de lotes de piezas.
	Existen máquinas en mal estado	x		3	A la maquinaria de la planta no se le hace un mantenimiento preventivo, solo correctivo. Por ejemplo la punzonadora llevaba 20 años sin un mantenimiento.
	Existen máquinas de poco uso	x		2	Existen tres (3) máquinas que no se usan, están fuera de servicio; el resto de máquinas es de uso continuo.
	Existen transportadores automáticos		x		Existe un operario patín para transportar producto en proceso, y desperdicios de las máquinas.
	Ausencia de mantenimiento de las máquinas	x		4	Como se mencionó antes, la empresa sólo realiza mantenimiento correctivo.
	La ubicación de las máquinas dificulta el flujo de recorrido de los productos	x		4	Muchas máquinas han sido ubicadas donde existe el espacio para ello. No se tiene en cuenta el proceso ni las relaciones de proximidad entre ellas.
MATERIAL	Existe exceso de inventario de materia prima	x		3	Existe materia prima que es comprada y producida en otros continentes lo que genera exceso de inventario, pues no sería fácil ni rápido la adquisición de ella.
				2	Material que es poco utilizado, pero necesario. El proveedor no vende cantidades pequeñas, como las requeridas en la empresa.

				1	Materia prima que ya no es utilizada y sigue en la bodega
	Empleo de materiales de partes costosas que pueden ser reemplazadas por otras	x		2	En la línea de gas, pero se están haciendo investigaciones y pruebas con otro tipo de material.
	Empleo de partes innecesarias y que el cliente no valora		x		
	Se encuentran muchos sobrantes, retales o residuos de materia prima	x		5	Por toda la empresa y en todos los procesos en exceso. Donde más se presenta este despilfarro es en la unidad de apoyo, debido al corte de las láminas
	Existe exceso de inventario de productos en proceso	x		4	No se lleva un proceso exacto de la producción, por lo tanto puestos de trabajo adelantan la producción y ésta queda en espera para el siguiente proceso.
				4	Debido a los grandes lotes de producción
				3	Procesos más demorados
				4	Como sobra material, se produce y esto es guardado para el siguiente lote de producción
	Existe exceso de inventario de productos terminados	x		4	La empresa maneja lotes, stock de seguridad. La producción es por lotes de reposición.
	Existen muchos desplazamientos del producto hasta llegar al cliente final	x		4	Largas distancias
METODO	Es inadecuada la forma como se ha diseñado el proceso		x		
	La producción se realiza en grandes lotes, lo que ocasiona almacenamiento del producto	x		4	La empresa maneja lotes, stock de seguridad. La producción es por lotes de reposición.
	Error en la planeación del proceso	x		3	No están estandarizados los procesos de suministrar la materia prima
					No se conoce la capacidad real de las máquinas
					No se lleva control sobre las técnica utilizadas por los operarios
	Maquinaria no adecuada	x		3	No existe tecnología en la planta. Sólo tres C.N.C.
ADMINIS TRACION	Existe demasiado producto en proceso, en espera para ser procesado	x		4	Mencionado anteriormente
	Hay ausencia o exceso de comunicación interna eficiente	x		1	Se realizan reuniones todos los días con los supervisores

	Existe control de llamadas, horarios, personal.	x		1	Se lleva control del tiempo trabajado.
CALIDAD	Se generan productos defectuosos con frecuencia	x		3	Proceso de fundición (problemas del proveedor.
				3	Las máquinas se desajustan y se produce piezas defectuosas
				2	El operario no revisa la pieza.
				2	Materia prima que viene defectuosa
	Se realiza inspección al producto terminado	x		4	En la línea de gas es del 100%. En algunos casos es requerimiento del cliente.
					Es necesaria debido a la no revisión de las partes en el proceso.
	Existen reprocesos	x		3	Material defectuoso que puede ser recuperado para la producción
SEGURIDAD	Hay algún riesgo que atente contra la salud	x		4	La maquinaria utilizada es un constante riesgo para la salud de los operarios. Los accidentes generan paros en la producción
	Las condiciones físicas, ambientales y luminosas de la planta son inadecuadas	x		2	Calor, rayos solares incomodando. Puestos de trabajo mal diseñados. Todo esto genera indisposición y fatiga, que traen consigo desperdicio de tiempo y piezas mal procesadas

ANEXO 10

LISTA DE CHEQUEO 5S's GENERAL

Tabla 10-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS	SECCIÓN: PLANTA					FECHA				
	REVISADO: Ing. Claudia M. Gómez					ABRIL 20/2009				
1. Menor grado de cumplimiento					5. Mayor grado de cumplimiento					
<u>PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):</u>					<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?								X		
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?						X				
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?						X				
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?								X		
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?							X			
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?						X				
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?						X				
					TOTAL					19
<u>PARA ORDEN:</u>										
¿Las cosas que son necesarias están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?							X			
¿Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas?							X			
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?							X			
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?								X		
¿Es fácil el acceso a extintores, hidrantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?								X		
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?						X				
¿En las bodegas y almacenes se consigue rápidamente lo que se necesita?								X		
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen ¿						x				
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?						X				
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?									X	
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?						X				

	TOTAL	18			
<u>PARA LIMPIEZA:</u>					
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?	X				
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?			X		
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?		X			
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?			X		
¿Los archivadores de las oficinas están libres de polvo o suciedad, manchas de tinto, comida?					X
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?		X			
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?			X		
	TOTAL	19			
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>					
¿Están los uniformes u overoles sucios?	X				
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?			X		
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?			X		
¿Hay goteras en los techos?	X				
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?			X		
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?			x		
¿Se respetan las áreas de trabajo?			X		
	TOTAL	17			
<u>PARA DISCIPLINA:</u>					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?		X			
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?			X		
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?			X		
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?				X	
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?				X	
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?		X			
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?			X		
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				X	
	TOTAL	25			

Fuente: Autores

ANEXO 11

INFORME DETALLADO 5 S'S

1. Seiri (Clasificar o despejar):

- En la unidad de apoyo se encuentran cosas innecesarias en el lugar de trabajo como lo son una estufa eléctrica, se pueden observar toallas y termos de los operarios sobre los estantes y cajas de herramientas.
- Sobre los estantes de unidad de apoyo se encuentran producto devueltos por otros procesos a los cuales no se les ha hecho ningún tipo de reprocesos, ni clasificación adecuada. En la metalistería se encuentran productos devueltos por los clientes o por otros procesos a los cuales se les está realizando los arreglos y solicitudes de los clientes para poder que sean evacuados de la zona. La sección de mecanizado y gas cuentan con estantes y un debido procedimiento para este tipo de productos y piezas en proceso.
- Se puede observar en la planta mugre, papeles de comida y dulces, láminas en exceso (sobre todo en la unidad de apoyo) sobre las máquinas.
- Los operarios cuentan con cajas de herramientas, las cuales no poseen una clasificación ni ordenamiento interno, con excepción de algunas cajas de la sección de mecanizado.
- Las paredes de la planta se encuentran en mal estado, sucias y manchadas por la grasa que diariamente es utilizada en cada uno de los deferentes procesos de la empresa. En algunas partes los pisos se encuentran con huecos y desniveles.

- La bodega de producto terminado y embalaje se encuentra en buenas condiciones debido a que ésta fue construida hace poco, y todo se encuentra debidamente clasificado y separado.
- En los almacenes de materia prima y ferretería las cosas se encuentran clasificadas en estantes y demarcadas.
- En el área administrativa se observa un buen manejo de esta área, las cosas se encuentran debidamente clasificadas y almacenadas.

La sección que peor se encuentra en el cumplimiento de ésta es la unidad de apoyo.

Ilustración 65. Elementos innecesarios puesto de trabajo. Ilustración 66. Producto no clasificado-



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Ilustración 67. Caja de herramientas desordenada



Fuente: Autores

Ilustración 68. Paredes en mal estado.



Fuente: Autores

Ilustración 69. Material mezclado – no clasificado



Fuente: Autores

Ilustración 70. Material mezclado



Fuente: Autores

2. Seiton (Ordenar):

- En términos generales la planta cuenta con sitios para los productos en proceso, no conforme. Pero la unidad de apoyo, todo esto se encuentra mezclado.

- Las herramientas no se encuentran adecuadamente colocadas y ordenadas, lo que ocasiona demoras en la búsqueda de herramientas y materiales
- El personal deja botellas de bebidas en la planta, lo cual puede ser un elemento que provoque inseguridad en ésta.
- Los elementos de aseo como las escobas no se encuentran en un lugar específico, el lugar se encuentra demarcado y señalizado, pero en este sitio se encuentra material en proceso.
- Los operarios cuentan con casilleros para ubicar sus objetos personales, pero aun así se observan en lugares diferentes a los asignados
- Se encontró poco orden en el almacenaje de producto, especialmente el producto en proceso. Las zonas de almacenaje destinadas para este tipo de producto están esparcidas por toda la planta y sin una clara clasificación, esto puede generar confusiones, así como también es imposible hacerle el seguimiento adecuado al producto.
- Las marcas en el piso o en las estaciones de trabajo indican las ubicaciones apropiadas para el trabajo en proceso, herramientas, etc. En la planta están delimitadas las maquinas y las diferentes zonas de la planta con líneas amarillas, pero estas se encuentran muy claras por lo cual son irrespetadas lo cual puede generar caos, desorden, aumento del despilfarro y aumento del riesgo de accidentes, es necesario pintarlas de nuevo para que así los trabajadores presten más atención a estas marcas y se mejora simultáneamente la imagen de la planta.

- En sitios estratégicos están ubicados los extintores y debidamente señalizados, con excepción del unidad de apoyo, donde se encuentra en la parte de atrás de una maquinaria y de un montón de producto, donde se hace muy difícil el acceso y no se encuentra demarcado. Las salidas de emergencias son amplias.
- En la bodega de materia prima existe señalización, pero su señalización no es la más adecuada ya que sus respectivos nombres están escritos a mano y no es muy visible, lo que produce una difícil identificación y por consiguiente una probabilidad de equivocación de materia prima para los operarios nuevos, se deben cambiar estos carteles y elaborarlos en un papel duradero y de manera tal que sean fácilmente identificados y respetados.
- Se manejan planillas para cada proceso, para seguimiento y control de calidad, los cuales no se llenan en la unidad de apoyo, ni en la sección de pintura.
- Se observa frecuentemente a los operarios recorrer la planta de producción; una de las principales causas de esto es la distribución actual, ya que no facilita el adecuado transito y recorrido tanto del material como de los empleados. En la unidad de apoyo se cuenta con un solo estante que posee los planos de las diferentes piezas a producir.
- No existen dispositivos de control visual en la maquinaria, que indican la presencia de algún defecto, la necesidad de materia prima o la culminación de un producto, lo cual disminuiría la incidencia de errores.
- En la unidad de apoyo se encuentran las plantillas colgadas en la pared, pero no existe ningún tipo de señalización ni demarcación, en la máquina del plasma se encuentran sobre el estante de almacenamiento de láminas. Se tienen tarros llenos de producto en proceso no marcado ni cuantificados. Mientras en las otras secciones se llevan controles sobre lo anterior mencionado.

- En la sección administrativa no se presenta desorden alguno, todo se encuentra debidamente almacenado, es de fácil acceso y existe una excelente señalización.

Ilustración 71. Implementos en desorden. Botellas



Fuente: Autores

Ilustración 72. Estantes desordenados.



Fuente: Autores

Ilustración 73. Producto defectuoso dentro de producción.



Fuente: Autores

Ilustración 74. Implementos de aseo con material



Fuente: Autores

Ilustración 75. Producto en el piso mezclado con la producción actual y embalaje



Fuente: Autores

3. Seiso (Limpieza):

- No se utilizan listas de chequeo de limpieza, lo cual debería hacerse para que los trabajadores sientan que tienen un compromiso con el aseo de su respectivo puesto de trabajo, además limpiar se considera como una actividad fundamental en efectos de verificar. Un operario que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento; por tal razón el Seiso es fundamental en los efectos del mantenimiento de máquinas e instalaciones, otro punto a favor es que la labor de limpieza con un espacio físico reluciente es una importante fuente de motivación para los empleados.
- Las lámparas, paredes, reflectores, tubos, alambres, y el techo se encuentran sucios, manchados, generados por la mezcla entre polvo y grasa.
- Una persona está encargada de recoger de las máquinas la viruta y desechos que ella genere.

- Algunos operarios dejan en perfectas condiciones de limpieza el puesto de trabajo, disponen de los elementos de aseo necesarios para esto. “En ellos se ha creado una cultura de limpieza.”
- Los pasillos se encuentran sucios en algún momento de la jornada.
- Existe desperdicios de materia prima cerca de la maquinaria y en exceso en la unidad de apoyo, en las otras secciones no es tan notorio.
- Se observan algunos elementos o maquinas con polvo acumulado, oxidados o deteriorados, así es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando, por lo que es necesario aumentar la limpieza en general de la planta por medio de la implementación de las listas de chequeo de limpieza que se le entregaran al trabajador del siguiente turno debidamente diligenciadas, de esta manera todos cumplirán con el compromiso de mantener el área de trabajo en perfectas condiciones de limpieza.
- Las oficinas de la sección administrativa se encuentran en buenas condiciones de limpieza. Algunas paredes tienen manchas de aceite debido a que los operarios las tocan o se apoyan sobre ellas.

Ilustración 76. Mugre con la materia prima de gas



Fuente: Autores

Ilustración 77. Máquinas sucias



Fuente: Autores

4. Seiketsu (Estado de limpieza):

- La importancia de un ambiente limpio y seguro, no puede dejarse a un lado, éste es un factor realmente importante en el bienestar del personal.
- Algunos operarios usan adecuadamente los uniformes de trabajo, pues usan los elementos de seguridad completos.
- Existen las medidas y los elementos de seguridad necesarios para desarrollar cada una de las actividades dentro del proceso productivo.
- Existen en diferentes lugares de la planta señales de seguridad industrial.
- Hay respeto de cada área de trabajo, aunque en ciertas ocasiones por falta de espacio, producto en proceso es almacenado en otras secciones.
- Existen dos (2) dispensadores de agua en la planta, uno en la sección de mecanizado y gas, y el otro entre metalistería y pintura.
- La iluminación no es tan buena, las lámparas están muy sucias y algunas están mal ubicadas.
- No se realiza un mantenimiento preventivo a las máquinas y muchos de los repuestos son elaborados en la planta, lo que ocasiona una falla mucho más rápida de la maquina y paros en la producción.
- Existen goteras en los techos, lo cual no permite un entorno de trabajo agradable que aumente la productividad.

- Existen en la unidad de apoyo panales de abejas, lo cual significa un riesgo para la salud de los empleados.
- En el área administrativa el bienestar de los trabajadores es algo que prima, se pueden observar los diferentes elementos básicos necesarios de seguridad como extintores, además existen carteleros con mensajes de motivación a los empleados y existen todos los factores que influyen en que exista un ambiente laboral agradable.

Ilustración 78. Columna partida.



estado

Ilustración 79. Columna de madera y techo en mal



Fuente: Autores

Fuente: Autores

Ilustración 80. Techo con goteas y cables por fuera Ilustración 81. Uso de implementos de seg.



Fuente: Autores



Fuente: Autores



Fuente: Autores



Fuente: Autores

5. Shitsuke (Disciplina):

- Los operarios llegan puntuales a su respectivo turno, la empresa controla la entrada con tarjeta tiempo.
- Falta la concientización de algunos operarios en el mantenimiento de un puesto de trabajo limpio.

- No todos los operarios usan adecuadamente las dotaciones ofrecidas por la empresa.
- Todos los días se realiza una reunión de diez minutos, por secciones para compartir problemas y proponer soluciones inmediatas “apaga incendios”.
- No está estandarizada la forma de solucionar problemas en los diferentes procesos lo que genera una pérdida de tiempo, es decir, cuando un producto no se produce con ciertas especificaciones, se busca la manera de reprogramar la máquina para obtener los resultados deseados en el próximo producto, pero la manera de reprogramar la máquina no se consigna en ningún documento para solucionar rápidamente futuros problemas, esto debe realizarse para que se tome este hábito y así haya un aumento de la productividad en la empresa.
- Implementar la utilización de gotas especiales para el descanso visual en los lugares donde la vista del trabajador se ve esforzada.
- La implementación de esta última S debe mejorarse de manera que la implementación de las cinco eses se vuelva parte de la cultura organizacional de la empresa y el mantener despejado, arreglado y limpio cada uno de los puestos de trabajo y la planta en general haga parte del día a día de los operarios y se obtengan las ventajas a las que conllevan la disciplina en el trabajo y la motivación que se origina de un entorno de trabajo en óptimas condiciones.
- Para conservar la disciplina, la empresa debe preocuparse por mantener al personal motivado e interesado en optar medidas de mejora del entorno y ambiente laboral brindando charlas de salud y seguridad a los trabajadores.

- La salud y motivación del personal es básica en el mejoramiento del proceso productivo, por eso es importante la realización de ejercicios físicos en un momento de la jornada laboral destinado para ello, el resultado será la disminución de las ausencias por enfermedades, disminución de agotamiento físico y accidentes, mejoramiento de aspectos generales tanto de la locomoción como mentales, de manera tal de aumentar sensiblemente los niveles de productividad. Los ejercicios nombrados deben ser enseñados a los operarios por un profesional.
- En la sección administrativa existen hábitos de disciplina que favorecen el compromiso hacia el puesto de trabajo, la cooperación entre trabajadores y la responsabilidad de las diferentes tareas.

Ilustración 84. Control del tiempo trabajado



Fuente: Autores

Durante la aplicación de la lista de chequeo, En la empresa, ya se habían realizado jornadas de 5S's, por lo tanto el personal ya tiene conocimiento sobre esta estrategia.

ANEXO 12

RELACIÓN MATERIA PRIMA – PRODUCTO ELABORADO

Tabla 12-1. Relación materia prima – producto elaborado

REFERENCIA	MATERIA PRIMA	CANT.
CONECTOR MEDIDOR 1/2" CON PLATO CMP 1/2"	LAMINA CAL. 18 COLD ROLLED	0.002
	EMPAQUE CONECTOR 1/2 NITRILO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.026
	ACERO REDONDO 15/16	0.051
CONECTOR MEDIDOR 1/2" CM 1/2"	EMPAQUE CONECTOR 1/2 NITRILO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.022
	ACERO REDONDO 15/16	0.051
CONECTOR MEDIDOR G4 CM G4	EMPAQUE CONECTOR 3/4 NITRILO	1
	ACERO HEXAGONAL 2"	0.030
	ACERO HEXAGONAL 1.3/8	0.054
CONECTOR CIEGO 1/2" CM 1/2" CC	EMPAQUE CONECTOR 1/2 NITRILO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.020
	ACERO REDONDO 15/16	0.049
CONECTOR CURVO 1/2" CU 1/2"	LAMINA CAL. 18 COLD ROLLED	0.002
	EMPAQUE UNIVERSAL 1/2 NEOPRENO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.024
	TUBO SCH40 1/2 GAS NEGRO	0.195
CONECTOR CURVO 3/8" CU 3/8"	LAMINA CAL. 18 COLD ROLLED	0.002
	EMPAQUE UNIVERSAL 1/2 NEOPRENO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.024

REFERENCIA	MATERIA PRIMA	CANT.
	TUBO SCH40 3/8 - 2.31	0.195
ELEVADOR MONOLITICO 1/2" MACHO IPS EM 1/2" IPS-M	ACERO HEXAGONAL 1"	0.076
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.093
ELEVADOR MONOLITICO 1/2" HEMBRA IPS EM 1/2" IPS-H	ACERO HEXAGONAL 1"	0.066
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.093
ELEVADOR MODULAR 1/2" CTS HEMBRA EM 1/2" CTS-H	ACERO HEXAGONAL 1"	0.087
	ACERO HEXAGONAL 7/8	0.055
ELEVADOR MODULAR 1/2" CTS MACHO EM 1/2" CTS-M	ACERO HEXAGONAL 1"	0.087
	ACERO HEXAGONAL 7/8	0.070
ELEVADOR MODULAR 3/4" IPS MACHO EM 1/2" IPS-M	ACERO HEXAGONAL 1.1/4	0.073
	ACERO HEXAGONAL 1.1/2	0.109
ELEVADOR MODULAR 1" IPS MACHO EM 1" IPS-M	ACERO HEXAGONAL 1.3/4	0.131
	ACERO HEXAGONAL 1.1/2	0.087
ELEVADOR MODULAR 2" IPS MACHO EM 2" IPS-M	ACERO REDONDO CAL (0.088)2.3	1
	ACERO REDONDO CAL (0.073)3.1	1
	ACERO REDONDO CAL (0.124)3.1	1
	EMPAQUE ELEVADOR PLANO 2	1
UNION UNIVERSAL 1/2" M-M U 1/2" M-M	EMPAQUE UNIVERSAL 1/2 NEOPRENO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.021
	ACERO REDONDO 1"	0.047
	ACERO REDONDO 15/16	0.046
UNION UNIVERSAL 1/2" M-H U 1/2" M-H	EMPAQUE UNIVERSAL 1/2 NEOPRENO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.038
	ACERO REDONDO 1"	0.020
	ACERO REDONDO 15/16	0.044
UNION UNIVERSAL 3/4" M-M U 3/4" M-M	EMPAQUE UNIVERSAL 3/4 NEOPRENO	1
	ACERO HEXAGONAL 1.3/16	0.021
	ACERO REDONDO 1"	0.047
	ACERO REDONDO 15/16	0.046
UNION UNIVERSAL 3/8" M-H U 3/8" M-H	EMPAQUE UNIVERSAL 3/8	1
	ACERO REDONDO 5/8	0.046
	ACERO HEXAGONAL 7/8	0.021
	ACERO REDONDO 3/4	0.050
UNION UNIVERSAL 1" M-H U 1" M-H	EMPAQUE UNIVERSAL 1"	1
	ACERO HEXAGONAL 2"	0.032
	ACERO REDONDO 1.1/2	0.055
	ACERO REDONDO 1.3/4	0.060

Fuente: Autores

ANEXO 13

PROVEEDORES LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS

Tabla 13-1. Proveedores de la Línea de Gas

PROVEEDOR	MATERIAL ADQUIRIDO	TIEMPO SUMINISTRO
ALM. PORTICAUCHOS	ORING 329 ELEVADOR 2"	
	EMPAQUE ELEVADOR PLANO 2"	
	EMPAQUE UNIVERSAL 1	
NOHEMY ESPINOSA	EMPAQUE UNIV. 1/2-NEOPRENO	DEPENDEN EXISTENCIA
	EMPAQUE UNIV. 3/8	
	EMPAQUE UNIV. 3/4-NEOPRENO	
	EMPAQUE CONEC. 1/2-NITRILO GN	
TECNICAUCHOS	EMPAQUE CONECTOR 36X46X4	
	EMPAQUE NITRILO 66X51X4	
	EMPAQUE UNIVERSAL 38X31X4	
	ORING. (GAS) REF.329	
JORGE ELIECER NAVARRO FABRICAUCHOS&PLASTICOS	EMPAQUE UNIVERSAL 38X31X4	
CORUS	ACERO HEXAG. 1.3/16-12L14	3 MESES
	ACERO RED. 15/16-12L14	
ACEROS INDUSTRIALES S.A.	ACERO HEXAG. 1.3/16-12L14	2 DÍAS
	ACERO RED. 1.1/4-12L14	
	ACERO HEXAG. 1.3/4-12L14	

PROVEEDOR	MATERIAL ADQUIRIDO	TIEMPO SUMINISTRO
	ACERO HEXAG. 2"-12L14	SIEMPRE Y CUANDO POSEAN EL MATERIAL.
	ACERO HEXAG. 1.3/8-12L14	
	ACERO HEXAG. 1.1/4-12L14	
	ACERO HEXAG. 1.1/2-12L14	
	ACERO HEXAG. 2.1/2"- 12L14	
	ACERO RED. 1"-12L14	
	ACERO RED. 15/16-12L14	
	ACERO RED. 1.1/2-12L14	
	ACERO RED. 1.3/4-12L14	
	ACERO RED. 2" -12L14	
CENTRO ACEROS	ACERO HEXAG. 1.3/4-12L14	2 DÍAS SIEMPRE Y CUANDO POSEAN EL MATERIAL.
	ACERO HEXAG. 15/16-12L14	
	ACERO HEXAG. 1.1/4-12L14	
	ACERO HEXAG. 1.1/2-12L14	
	ACERO RED. 15/16-12L14	
CIA GENERAL DE ACEROS S.A.	ACERO RED. 15/16-12L14	INMEDIATA
ARTIMFER LTDA	TUBO SCH40 1/2-GAS NEGRO	
TUVACOL S.A	TUBO SCH40 1/2-GAS NEGRO	
	TUBO SCH40-3/4	
ARDISA S.A.	TUBO SCH40 1/2-GAS NEGRO	
FAJOBE S.A	TUBO SCH40-3/4	INMEDIATA
	LAMINA CAL 18	
EXTRUCOL S.A.	TUBO 1/2-IPS-NTC1746	

Fuente: Autores

ANEXO 14

MAQUINARIA UTILIZADA EN LA LÍNEA DE ACCESORIOS DE GAS

Tabla 14-1. Maquinaria utilizada en la Línea de Gas

NÚMERO DE MÁQUINAS	MÁQUINA	MARCA	MODELO	NÚMERO INTERNO
1	Torno Automático	Camporessi	EGO	G5
1	Torno Neumático	Danobat	Inematic 26 ^a 35	G4
1	Torno CNC	Leadwell	LT7	C5
1	Torno CNC	HAAS	SSL10T	C5
1	Torno CNC	Leadwell	LTC 20B	C5
1	Prensa Hidráulica	Vickers	Cat Boot	C6
1	Roscadora	Fablamp		C4
1	Cierra Sinfín	Behr	WH1016	C2
1	Taladro Radial	MAS	1985	M11
1	Taladro Radial	JET	TRD700	M12
1	Taladro Radial	Kazanlik	1969-BH32	M10
2	Taladro Arbol	TF	TF40-50	G7-G8
1	Dobladora	Zelton		G3
1	Rectificadora	Bikain	RCL-1000	M9
1	Fresadora	Milwakee	Model H	C3
1	Segueta Sinfín	Genérica		G6

Fuente: Autores

ANEXO 15

RELACION CLIENTES GAS PENAGOS HERMANOS Y CIA. LTDA.

Tabla 15-1. Relación de cliente-producto

CLIENTE	PRODUCTO
GAS NATURAL S.A. E.S.P.	ELEV. ½"IPS HEMBRA
	CONECTOR G 1,6
	ELEV. ¾" IPS M
GAS CUNDIBOYACENSE S.A. E.S.P.	ELEV. ½"IPS HEMBRA
	CONECTOR G 1,6
GAS NATURAL DEL ORIENTE S.A. E.S.P.- GASORIENTE	ELEV. MONOLITICO ½"
	CONECTOR G 1,6
GASES DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.	ELEV. MONOLITICO DE ½"
	CONECTOR G 1,6
GASES DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.	CONECTOR CURVO 3/8"
	UNIV. ½" M-M
	UNIV. ½" M-H
	UNIV. ¾" M-M
	ELEV. ¾"IPS M
ALCANOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	UNIV. 3/8" M-M
	CONECTOR CURVO 3/8"
	ELEV. ½"CTS X 3/8"
GAS DEL RISARALDA S.A. E.S.P.	UNIV. ½" M-M
	UNIV. ¾" M-M
GASES DEL QUINDIO S.A. E.S.P.	UNIV. ½" M-M

CLIENTE	PRODUCTO
	UNIV. ¾" M-M
GAS NATURAL DEL CENTRO S.A. E.S.P.	UNIV. ½" M-M
ELECTRICAS DE MEDELLIN S.A.	CONECTOR ½" SIN PLATO
	UNIV. ½" M-M
COMERCIALIZADORA SYE	CONECTOR ½" SIN PLATO
	UNIV. ½" M-M
METROGAS DE COLOMBIA S.A. E.S.P.	CONECTOR ½" CON PLATO
	UNIV. ½" M-M
	UNIV. 3/8" M-M
	ELEV. ½" IPS M
	ELEV. ½" CTS MACHO
GAS NATURAL DEL CESAR GASNACER S.A. E.S.P.	CONECTOR ½" CON PLATO
	ELEV. ½" IPS M
CLIENTE	PRODUCTO
SURTIGAS S.A. E.S.P.	ELEV. DE ¾" IPS M
	ELEV. 1" IPS M
	ELEV. 2" IPS M
GASES DEL CARIBE S.A. E.S.P.	ELEV. 2" IPS M
	ELEV. 1" IPS M
	ELEV. ¾" IPS M
GASES DEL ORIENTE S.A. E.S.P.	CONECTOR ½" SIN PLATO
	ELEV. ½" CTS H
	CONECTOR CURVO 3/8"
	ELEV. ¾" IPS M
EMPRESA CAUCANA DE GAS S.A. E.S.P.	CONECTOR ½" CON PLATO
METREX S.A.	CONECTOR ½" CON PLATO

Fuente: Departamento de Ventas PENAGOS HERMANOS

ANEXO 16

ZONAS GASIFICADAS

COBERTURA DEL SERVICIO DE GAS NATURAL - II TRIMESTRE DE 2005																
No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
					1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
Alcancos de Colombia (Zona Centro Tolima)																
1	1 BAGUE	TOLEMA	117.955	1111.28	128.31	49224	28941	5.974	634	155	95.759	679	20	98.458	94.2%	81.2%
2	2 PUERTO BOYACA	BOYACA	7.579	7174	828	3368	1297	-	-	-	5.489	52	-	5.541	94.7%	72.4%
3	3 ESPINAL	TOLEMA	14.998	13588	1884	5102	2340	290	1	1	9.618	72	7	9.697	90.6%	64.1%
4	4 LA DORADA	CALDAS	17.287	15879	2155	6901	1872	73	1	-	10.802	78	1	10.881	92.0%	62.8%
5	5 CHICORAL	TOLEMA	1.607	1405	205	818	139	-	-	-	1.162	7	-	1.169	87.5%	72.3%
6	6 ANIBALEMA	TOLEMA	1.784	1575	585	530	59	-	-	-	1.174	3	-	1.177	89.3%	66.6%
7	7 VENADILLO	TOLEMA	2.775	2364	882	1122	3	-	-	-	2.007	12	-	2.019	85.2%	72.3%
8	8 PIEDRAS	TOLEMA	588	567	152	327	-	-	-	-	479	2	-	481	95.4%	81.5%
9	9 ALVARADO	TOLEMA	947	943	173	495	2	-	-	-	670	1	-	671	99.6%	70.7%
10	10 ARVERO-QUAYABAL	TOLEMA	3.085	2729	933	1081	5	-	-	-	2.019	7	-	2.028	88.4%	65.4%
11	11 DOIMA	TOLEMA	187	182	36	100	-	-	-	-	136	-	-	136	97.3%	72.7%
12	12 PTO SALGAR	CUNDINAMARCA	3.150	2735	1007	562	113	-	-	-	1.682	16	-	1.698	86.8%	63.4%
13	13 HERVEDO	TOLEMA	759	724	87	496	2	-	-	-	585	4	-	589	95.4%	77.1%
14	14 LERIDA	TOLEMA	4.222	4003	810	2725	53	-	-	-	3.389	13	-	3.402	94.8%	80.3%
15	15 LA SIERRA	TOLEMA	417	397	289	69	-	-	-	-	338	-	1	339	95.2%	81.1%
16	16 MANIZANARES	CALDAS	2.499	2189	278	1056	236	12	-	-	1.580	18	-	1.598	87.6%	63.2%
17	17 MARIQUITA	TOLEMA	7.827	6775	2122	2850	302	34	-	-	5.318	48	2	5.368	86.6%	67.9%
18	18 PRESNO	TOLEMA	3.687	3404	562	1721	844	-	-	-	2.927	28	-	2.955	92.3%	79.4%
19	19 PLANES	TOLEMA	14.273	8795	143	2516	1785	1	-	-	4.448	24	1	4.471	81.6%	31.1%
20	20 VICTORIA	CALDAS	1.325	1263	445	420	171	-	-	-	1.038	3	-	1.039	95.3%	78.2%
21	21 LIBANO	TOLEMA	6.935	6444	557	3184	1417	130	-	-	5.288	29	-	5.317	92.9%	76.3%
22	22 SAN LUIS	TOLEMA	1.175	1097	529	353	1	-	-	-	883	2	-	885	93.4%	75.1%
23	23 HONDA	TOLEMA	8.129	6420	1101	2857	423	53	-	-	4.434	37	-	4.471	79.0%	64.5%
24	24 RICARTE	CUNDINAMARCA	3.553	1359	70	72	319	37	1	-	499	22	-	521	38.1%	14.0%
25	25 GIRARDOT	CUNDINAMARCA	25.570	20057	1138	5022	4795	438	54	-	11.448	116	-	11.584	78.4%	44.8%
26	26 TIERRADENTRO	TOLEMA	58	58	14	21	-	-	-	-	35	-	-	35	100.0%	60.3%
Subtotal			252.342	223.255	29.592	93.001	42.721	7.042	691	156	173.203	1.273	32	174.508	88.5%	68.6%
Alcancos de Colombia (Zona Huila - Sur Tolima)																
27	1 NEIVA	HUILA	101.040	100.544	18811	43735	9509	4821	1.045	121	75.942	795	15	76.752	99.5%	75.2%
28	2 AIPE	HUILA	2.668	2.609	537	1619	188	6	-	-	2.348	6	-	2.354	97.8%	88.0%
29	3 YAGUARA	HUILA	2.162	2.067	484	1166	184	1	-	-	1.795	21	-	1.816	95.6%	83.0%
30	4 PALERMO	HUILA	3.718	3.278	1021	1253	482	5	-	-	2.771	48	-	2.817	88.2%	74.5%
31	5 RIVERA	HUILA	4.976	4.503	982	2327	401	38	21	1	3.770	38	2	3.808	90.5%	75.8%
32	6 TELLO	HUILA	1.503	1.459	727	348	88	-	-	-	1.163	3	-	1.168	97.1%	77.4%
33	7 JUNCAL	HUILA	716	677	92	483	5	-	-	-	580	3	-	583	94.6%	81.0%
34	8 PORTALEOLLAS	HUILA	678	668	282	355	4	-	-	-	651	7	3	661	98.5%	96.0%
35	9 BARAYA	HUILA	1.225	1.179	815	253	41	-	-	-	919	5	-	924	96.2%	75.0%
36	10 SAN FRANCISCO	HUILA	94	93	73	20	-	-	-	-	93	1	-	94	98.9%	98.9%
37	11 CAMPOALEGRE	HUILA	7.318	6.673	2525	2840	524	-	-	-	5.699	35	1	5.725	91.2%	77.7%
38	12 TERUEL	HUILA	1.130	1.081	328	529	113	-	-	-	968	4	-	972	95.7%	85.7%
39	13 BETANIA	HUILA	170	167	82	67	2	-	-	-	151	1	-	152	98.2%	88.6%
40	14 PAIGOL	HUILA	682	661	134	412	104	-	-	-	650	1	-	651	95.9%	95.3%
41	15 HOBO	HUILA	1.945	1.712	560	584	3	-	-	-	1.147	5	1	1.153	88.0%	69.0%
42	16 TEBALIA	HUILA	1.639	1.574	866	436	35	-	-	-	1.337	4	-	1.341	96.0%	81.6%
43	17 VILLAVIEJA	HUILA	1.084	944	240	404	2	-	-	-	648	2	-	648	88.7%	60.7%
44	18 GIGANTE	HUILA	3.247	3.051	687	1656	119	-	-	-	2.462	9	-	2.471	94.0%	75.8%
45	19 NATAGAIMA	HUILA	2.971	2.633	814	1081	209	-	-	-	1.904	8	-	1.910	88.6%	64.1%
46	20 LA PLATA	HUILA	5.682	5.441	831	2684	1047	4	-	-	4.568	60	-	4.628	95.8%	80.4%
47	21 ALGODRAS	HUILA	3.289	3.204	980	1254	85	-	-	-	2.299	15	-	2.314	97.4%	69.9%
48	22 GARZON	HUILA	9.042	8.562	1857	3312	1549	129	1	2	6.850	44	-	6.894	94.7%	75.8%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
49	23	QUACROO	HUILA	184	155	108	37	2		*	*	147	*	*	147	94.5%	89.8%
50	24	BAIDANA	TOUMA	2.879	2.582	529	1228	141	4	*	*	1.900	18	*	1.918	89.7%	88.0%
51	25	QUAMO	TOUMA	4.727	4.192	955	2257	199		*	*	3.411	15	*	3.426	88.7%	72.2%
52	26	PURIFICACION	TOUMA	4.252	3.727	968	1708	102		*	*	2.778	10	*	2.788	87.7%	85.3%
53	27	TARQUI	TOUMA	1.458	1.191	580	315	9		*	*	904	4	*	908	81.1%	81.6%
54	28	QUALANDAY	TOUMA	415	374	78	147	37		*	*	282	2	*	284	90.1%	83.1%
55	29	RUBAGASUGA	CUNDINAMARCA	27.852	25.552	2432	7427	3031	3299	82	1	16.272	133	*	16.405	92.4%	88.8%
56	30	MELGAR	TOUMA	9.873	7.533	910	2284	1483	113	11	1	4.782	117	*	4.899	78.3%	48.4%
57	31	CARMEN APICALA	TOUMA	2.912	2.723	108	1085	264	39	18	*	1.512	15	*	1.527	93.5%	51.9%
58	32	CAQUAN	HUILA	1.136	1.112	593	330			*	*	923	4	*	927	97.9%	81.3%
59	33	PACARNI	HUILA	595	553	314	139			*	*	453	2	*	455	92.9%	78.1%
60	34	CHAPARRAL	TOUMA	5.470	7.477	1633	1934	532	1	*	*	4.100	22	*	4.122	88.3%	48.4%
61	35	ORTEGA	TOUMA	2.386	2.078	190	752	205		*	*	1.147	4	*	1.151	87.0%	48.1%
62	36	CONDONZO	CUNDINAMARCA	1.386	1.289	298	593	4		*	*	893	8	*	901	91.6%	84.4%
63	37	ARBELAEZ	CUNDINAMARCA	1.758	1.222	8	488	258	72	2	*	804	13	*	817	89.1%	45.5%
65	38	RIÑERO	ANTIOQUIA	22.317	17.749	149	989	2708	411	20	*	4.257	37	*	4.294	79.5%	19.1%
66	39	MARINILLA	ANTIOQUIA	8.257	7.808	8	428	1191	18	*	*	1.841	12	*	1.853	94.8%	19.9%
67	40	SANTUARIO	ANTIOQUIA	7.416	6.840	403	1428	200	1	*	*	2.030	12	*	2.042	89.5%	27.4%
68	41	QUARNE	ANTIOQUIA	4.840	3.798	18	337	475		*	*	828	5	*	833	78.5%	17.1%
69	42	BILVANIA	CUNDINAMARCA	2.330	1.838	43	338	449	42	1	*	873	8	*	881	70.2%	37.5%
70	43	VALLE DE SAN JUAN	TOUMA	56.577	19.883	897	4016	2104	78	29	2	7.124	*	*	7.124	34.8%	12.8%
71	44	POPAYAN	CAUCA	839	789	284	282			*	*	548	2	*	548	91.7%	85.1%
72	45	FLORENCIA	CAQUETA	4.1884	10.718	1437	1879	8		*	*	3.322	*	*	3.322	25.7%	8.0%
		Subtotal		371.283	283.307	44.001	97.003	28.170	9.078	1.228	1.28	179.608	1.550	22	181.180	76.3%	48.4%
Gasoriente																	
73	1	Buenavista	SANTANDER	122.599	124.739	13.962	19.290	30.374	38.482	4.235	7.200	113.523	4.589	18	118.130	101.7%	92.8%
74	2	Florida	SANTANDER	4.227	3.881		2.775	788	193			3.738	88	2	3.826	91.8%	88.4%
75	3	Grin	SANTANDER	24.282	25.138	5.181	7.882	8.508	711	7.1	3	22.158	585	20	22.781	103.8%	91.3%
76	4	Piedecuesta	SANTANDER	21.477	22.017	213	6.489	13.544	943	49	1	21.239	488	3	21.708	102.5%	99.9%
77	5	Soledad de Torres	SANTANDER	3.284	3.348	528	1.578	1.173	1			3.280	71		3.351	101.8%	99.9%
78	6	Puerto Wilches	SANTANDER	3.483	3.478	2.114	880	389				3.383	57		3.420	100.4%	97.1%
79	7	Lebrija	SANTANDER	2.819	2.811	34	798	1.839	31		3	2.705	92		2.797	99.7%	98.0%
80	8	Cantagallo	BOUVAR	852	728	198	505					703	19		722	111.7%	107.8%
81	9	San Pablo	BOUVAR	3.050	3.087	2.324	758					3.080	87		3.147	101.2%	101.0%
		Subtotal		185.833	189.225	24.554	40.753	56.575	40.341	4.355	7.207	173.785	6.034	43	179.862	101.8%	93.5%
Gases de Barrancabermeja																	
82	1	Barrancabermeja	SANTANDER	45.617	44.621	9.979	15.298	8.303	5.202	648		39.429	434		39.863	97.8%	86.4%
83	2	Yondó	ANTIOQUIA	1.358	1.558	984	420	18				1.400	12		1.412	114.8%	103.1%
84	3	Puerto Sagrado	SANTANDER	1.123	1.118	751	289	9				1.049	3		1.052	99.6%	93.4%
85	4	El Padre	SANTANDER	406	484	251	111	8				388	2		370	119.5%	90.9%
		Subtotal		48.503	47.779	11.945	16.116	8.334	5.202	648		42.246	451		42.697	98.5%	87.1%
Gases de occidente S.A. E.S.P																	
86	1	Cali	VALLE	573.032	547.978	58.268	133.801	137.808	40.527	33.521	9.163	412.888	7.762	163	420.811	95.6%	72.1%
87	2	Santander de Quilichao	CAUCA	15.898	14.599	458	1.690	385				2.533	8		2.539	91.8%	15.9%
88	3	Puerto Tejada	CAUCA	11.255	8.842	212	348					560			560	78.6%	5.0%
89	4	Villavieja	CAUCA	3.547	2.517											71.0%	
		Subtotal		603.730	573.936	58.938	138.838	137.991	40.527	33.521	9.163	415.979	7.768	163	423.910	95.1%	68.9%
Gases de La Guajira																	
90	1	Richaria	GUAJIRA	22.818	22.539	7.623	8.332	3.847	1.198	272	1	21.273	338	9	21.620	98.8%	93.2%
91	2	Maricao	GUAJIRA	19.031	18.924	2.169	8.599	3.028	348			14.142	178	10	14.328	88.9%	74.3%
92	3	Maricao	GUAJIRA	823	801	58	248					308	10		318	98.5%	49.1%
93	4	Mingao	GUAJIRA	1.248	1.228	4	791					795	8		803	98.2%	83.7%
94	5	Camarona	GUAJIRA	568	507	45	332					377	1	1	379	89.3%	88.4%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIO S COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
95	6	Dibula	QUAJIRA	895	767	10	804					814	12		828	85.7%	88.8%
96	7	Urbis	QUAJIRA	1.843	1.182	249	665	30				944	23	2	969	71.9%	57.5%
97	8	Manzana	QUAJIRA	1.631	1.230	120	577	161				858	28	1	887	75.4%	52.8%
98	9	Palo Nuevo	QUAJIRA	2.140	2.110	251	741	438	285			1.714	38		1.750	98.6%	80.1%
99	10	Paseo	QUAJIRA	812	812	39	362	30				431	5		436	100.0%	70.4%
100	11	Benavente	QUAJIRA	3.318	3.009	284	1.752	818				2.654	38		2.692	90.7%	80.0%
101	12	Pomelo	QUAJIRA	5.134	4.934	1.133	1.545	1.680	50			4.408	49		4.457	96.1%	85.9%
102	13	San Juan	QUAJIRA	5.518	4.800	883	1.658	1.509	48			4.098	38		4.134	87.0%	74.3%
103	14	El Marino	QUAJIRA	1.194	1.004	143	603	135				881	4		885	84.1%	73.8%
104	15	Villanueva	QUAJIRA	4.840	4.598	702	2.387	717	17			3.823	38		3.859	95.0%	79.0%
105	16	Urbis	QUAJIRA	1.688	1.670	573	885	9				1.467	9		1.476	98.9%	86.9%
106	17	Durazno	QUAJIRA	881	881	155	459	155	2			771	8		779	100.0%	87.5%
107	18	Buena Vista	QUAJIRA	285	285	29	217	8				252	1		253	100.0%	88.4%
108	19	Albino	QUAJIRA	1.231	1.231	301	575					876	7	2	885	100.0%	71.2%
109	20	Quevedo	QUAJIRA	379	379	181	48					227			227	100.0%	59.9%
110	21	La Punta	QUAJIRA	472	472	151	197					348	2		350	100.0%	73.7%
111	22	Las Flores	QUAJIRA	122	117	80	30					90	2		92	95.9%	73.8%
112	23	Rio Arco	QUAJIRA	298	298	110	24					134			134	100.0%	45.3%
113	24	Comedor Carbon	QUAJIRA	5	5									5	5	100.0%	
114	25	La Jirga del Pilar	QUAJIRA	344	344	83	204					287	3		290	100.0%	83.4%
115	26	El Pájar	QUAJIRA	127	117	25	77					102			102	92.1%	80.3%
116	27	Los Pájaros	QUAJIRA	329	329	188	75					241			241	100.0%	73.3%
117	28	El Estero	QUAJIRA	35	18	12						12			12	51.4%	34.3%
118	29	Ignacia	QUAJIRA	162	122	54	25					79			79	75.3%	48.8%
119	30	Cometas	QUAJIRA	92	51	28						28			28	55.4%	30.4%
120	31	Ortiz	QUAJIRA	120	109	77	8					83			83	90.8%	69.2%
121	32	Arriba	QUAJIRA	39	39	18						18			18	100.0%	46.2%
122	33	Molina	QUAJIRA	283	219	87	64					151			151	77.4%	53.4%
123	34	María Santa	QUAJIRA	84	18											19.0%	
124	35	Pedrus	QUAJIRA	158	142	10	1					11			11	89.9%	7.0%
125	36	Paraguará	QUAJIRA	287	231											80.5%	
126	37	El Mar	QUAJIRA	211	211											100.0%	
127	38	Guayana	QUAJIRA	165	165											100.0%	
		Subtotal		79.006	73.490	15.833	32.082	12.359	1.947	272	1	62.495	832	30	63.357	93.0%	79.1%
Gases del Caribe																	
128	1	Benavente	ATLANTICO	262.239	234.578	67.207	49.958	57.414	28.432	14.842	10.881	228.532	5.700	348	234.578	89.5%	87.1%
129	2	Barrio	ATLANTICO	103.828	91.979	38.884	45.209	9.233	12			91.138	815	28	91.979	88.8%	87.9%
130	3	María	ATLANTICO	18.850	15.931	7.045	8.318	375	20			15.758	151	22	15.931	84.5%	83.8%
131	4	Caracas	ATLANTICO	790	618	429	181					610	7	1	618	78.2%	77.2%
132	5	Barrio	ATLANTICO	10.647	8.881	2.954	3.113	2.355	304	13		8.749	130	2	8.881	83.4%	82.2%
133	6	La Loma	ATLANTICO	545	444	378	65					443	1		444	81.5%	81.3%
134	7	María	ATLANTICO	442	349	309	38	1				348	1		349	79.0%	78.7%
135	8	La Pira	ATLANTICO	817	808	493	114					807	1		808	74.4%	74.3%
136	9	Colonia	ATLANTICO	233	171	132	39					171			171	73.4%	73.4%
137	10	Caracas	ATLANTICO	462	375	340	33					373	2		375	81.2%	80.7%
138	11	Agua de Pato	ATLANTICO	717	457	393	64					457			457	63.7%	63.7%
139	12	Ortiz	ATLANTICO	5.508	4.445	1.574	2.337	472	1			4.384	57	4	4.445	80.7%	79.6%
140	13	Benavente	ATLANTICO	9.150	8.232	2.845	3.214	2.212	58			8.127	97	8	8.232	90.0%	88.8%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
146	19	Santa Teresita	ATLANTICO	4 257	3 874	709	2 095	1 037	11			3 822	51	1	3 874	91.0%	89.8%
147	20	Palmira de Venecia	ATLANTICO	4 254	3 884	881	2 123	833				3 637	27		3 884	86.1%	85.5%
148	21	Lunada	ATLANTICO	2 658	1 870	889	812	145				1 846	24		1 870	70.4%	69.5%
149	22	Pendales	ATLANTICO		282	218	80	134				214	2		218	76.6%	75.9%
150	23	Arroyo de Piedra	ATLANTICO	542	527	211	311					522	2	3	527	97.2%	96.3%
151	24	Palmira de Candelaria	ATLANTICO	459	295	177	117					294	1		295	64.3%	64.1%
152	25	Santa Cruz	ATLANTICO	934	457	280	178					458	1		457	48.9%	48.8%
153	26	La Puntica	ATLANTICO	53	18	10	5					15	1		18	30.2%	29.3%
154	27	San Juan de Toluque	ATLANTICO	177	89	62	28					88	1		89	50.3%	49.7%
155	28	Palenque	ATLANTICO	2 419	2 100	788	941	328	2			2 059	28	13	2 100	88.8%	85.1%
156	29	Vista de Carlin	ATLANTICO	214	179	81	115					178	3		179	83.6%	82.2%
157	30	Lisecuri	ATLANTICO	1 819	1 283	511	628	113				1 252	11		1 283	78.0%	77.3%
158	31	Ponedera	ATLANTICO	2 312	1 818	893	863	247				1 803	14	1	1 818	78.6%	78.0%
159	32	Santa Rita	ATLANTICO	148	98	94						94	2		98	65.6%	64.4%
160	33	Puerto Grande	ATLANTICO	985	708	523	181					704	4		708	71.9%	71.5%
161	34	Palmeira	ATLANTICO	138	121	95	25					120	1		121	87.7%	87.0%
162	35	Martillo	ATLANTICO	304	238	87	147					234	2		238	77.6%	77.0%
163	36	Candelaria	ATLANTICO	1 749	1 432	844	583					1 427	5		1 432	81.9%	81.6%
164	37	Lerla	ATLANTICO	381	309	237	70					307	2		309	81.1%	80.6%
165	38	Carmelo	ATLANTICO	290	219	98	122					218	1		219	75.6%	75.2%
166	39	Campo de la Cruz	ATLANTICO	3 321	2 445	141	1 549	738				2 428	17		2 445	73.6%	73.1%
167	40	Bonoraque	ATLANTICO	332	250	150	99					249	1		250	75.3%	75.0%
168	41	Rapelon	ATLANTICO	3 024	1 925	1 108	753	49				1 910	15		1 925	63.7%	63.2%
169	42	Gran Paez	ATLANTICO	95	70	67	3					70			70	73.7%	73.7%
170	43	Las Tablas	ATLANTICO	117	75	75						75			75	84.1%	84.1%
171	44	Los Limas	ATLANTICO	59	38	29	7					38			38	61.0%	61.0%
172	45	Vila Rosa	ATLANTICO	589	489	448	42					488	1		489	83.0%	82.9%
173	46	Rafael	ATLANTICO	403	322	308	15					321	1		322	79.9%	79.7%
174	47	Las Canoas	ATLANTICO	198	135	129	5					134	1		135	68.9%	68.4%
175	48	Santa Lucia	ATLANTICO	1 528	1 074	538	515	20				1 071	3		1 074	70.4%	70.2%
176	49	Algodonal	ATLANTICO	183	109	108	1					109			109	68.9%	68.9%
177	50	Suen	ATLANTICO	1 752	1 371	517	632	209				1 358	12	1	1 371	78.3%	77.5%
178	51	Manatí	ATLANTICO	2 640	2 034	1 008	1 018					2 028	8		2 034	77.0%	76.7%
179	52	Juan de Acosta	ATLANTICO	1 744	1 448	411	605	405	9			1 430	18		1 448	83.0%	82.0%
180	53	Valver	ATLANTICO	309	280	18	244					280			280	84.1%	84.1%
181	54	Santa Verónica	ATLANTICO	245	178	1	28	79	29	8	2	147	29		178	71.8%	60.0%
182	55	Baco	ATLANTICO	499	320	227	93					320			320	64.1%	64.1%
183	56	Chimera	ATLANTICO	280	158	121	34					155	1		158	60.0%	59.6%
184	57	Tubana	ATLANTICO	1 593	1 145	379	757		1			1 137	7	1	1 145	71.9%	71.4%
185	58	El Mono	ATLANTICO	114	88	61	4					85	1		88	57.9%	57.0%
186	59	Playa Mercedes	ATLANTICO	270	130	1			123			124	8		130	48.1%	45.9%
187	60	Piojo	ATLANTICO	471	340	229	110					339	1		340	72.2%	72.0%
188	61	Agua Viva	ATLANTICO	115	82	62						82			82	53.9%	53.9%
189	62	Hilachero	ATLANTICO	310	222	208	14					222			222	71.6%	71.6%
190	63	Celeman	ATLANTICO	2 324	1 820	1 183	820	3				1 808	14		1 820	78.3%	77.7%
191	64	Arreal	ATLANTICO	2 383	2 001	1 254	699	38				1 991	10		2 001	84.0%	83.8%
192	65	Santa Marta-Rodadero	MAGDALENA	89 465	78 904	11 507	21 848	25 248	7 832	3 248	7 845	77 322	1 520	62	78 904	88.2%	88.4%
193	66	Buitaca	MAGDALENA	358	279	59	208	1				268	11		279	77.9%	74.9%
194	67	Yagupá	MAGDALENA	1 080	737	74	618	10	5			705	32		737	68.2%	65.3%
195	68	Puerto Nuevo	MAGDALENA	738	629	273	347					620	9		629	85.5%	84.2%
196	69	Chirigá	MAGDALENA	19 277	13 838	3 940	7 274	2 199	21			13 434	187	35	13 838	70.7%	69.7%
197	70	Rio Frio	MAGDALENA	1 218	940	578	334	2				912	11	17	940	77.2%	74.9%
198	71	Orhuca	MAGDALENA	1 948	1 811	879	703	4				1 588	8	17	1 811	82.8%	81.5%
199	72	Quicamayal	MAGDALENA	1 221	931	589	338					927	1	3	931	76.2%	75.9%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
200	73	Sevilla	MAGDALENA	1.094	833	489	350					819	5	9	833	76.1%	74.9%
201	74	La Gran Vía	MAGDALENA		377	272	133	137				270	1	1	272	72.1%	71.6%
202	75	Fundación	MAGDALENA	10.979	10.012	5.838	3.112	888	54			9.890	121	1	10.012	91.2%	90.1%
203	76	Aniclaide	MAGDALENA	5.488	4.981	2.532	2.174	244				4.950	31		4.981	91.1%	90.5%
204	77	El Rincón	MAGDALENA	2.451	1.942	1.507	431					1.938	4		1.942	79.2%	79.1%
205	78	Tucumán	MAGDALENA		845	509	435	72				507	2		509	60.2%	60.0%
206	79	Salamina	MAGDALENA	1.446	897	280	552	63				895	2		897	62.0%	61.9%
207	80	Boa Nuevo	MAGDALENA	2.352	1.618	1.614						1.614	2		1.618	68.7%	68.6%
208	81	Palermo	MAGDALENA	1.217	902	750	147					897	5		902	74.1%	73.7%
209	82	Puerto Viejo	MAGDALENA	1.096	573	366	200	1				567	6		573	52.3%	51.7%
210	83	La Isla	MAGDALENA		627	440	329	105				434	8		440	70.2%	69.2%
211	84	Palmita	MAGDALENA	343	234	219	14					233	1		234	68.2%	67.9%
212	85	Tesajera	MAGDALENA	1322	1031	756	270					1.026	5		1.031	78.0%	77.6%
213	86	Ramolino	MAGDALENA	1.018	614	277	337					614			614	60.3%	60.3%
214	87	Veneta	MAGDALENA		588	475	475					475			475	80.8%	80.8%
215	88	Valderrama	CEBAR	73.294	63.223	18.584	22.611	14.241	4.505	1.655	654	62.250	937	38	63.223	86.3%	84.9%
216	89	La Paz	CEBAR	2.635	2.350	577	1.388	353				2.318	31	1	2.350	89.2%	88.0%
217	90	Mariaca	CEBAR		300	279	110	151	18			279			279	93.0%	93.0%
SUBTOTAL				701.600	606.366	192.234	199.664	122.542	41.588	19.664	19.530	595.222	10.512	632	606.366	86,4%	84,8%
Gases del Cusiana																	
218	1	Yacal	CASANARE	25.071	22.783	25.88	9979	5017	1020	17		1.8818	575	8	19201	90,87%	74,26%
219	2	Aguazul	CASANARE	5.886	5.682	860	4051	353	1			5285	134	1	5400	96,53%	89,45%
220	3	Montemay	CASANARE	2.992	2.854	1018	1211	3				2232	59		2291	95,40%	74,61%
221	4	Tauramena	CASANARE	3.052	2.789	1108	1157	423	1			2687	79	1	2767	91,38%	88,04%
222	5	Villavieja	CASANARE	4.931	4.403	947	2268	820	17			3852	107	1	3960	89,29%	78,12%
Subtotal				41.932	38.511	6.517	18.665	6.416	1.039	17		32.654	954	11	33.619	91,6%	77,9%
Gases de occidente																	
223	1	Andalucía	VALLE		2.917	2.872	259	2.433	88			2.780	13		2.793	96.6%	95.3%
224	2	Ansemaruero	VALLE		1.847	2.040	804	1.208	255			2.067	7		2.074	123.9%	125.6%
225	3	Buga	VALLE		20.477	20.785	3.099	9.829	4.193	6.87	557	18.372	265	22	18.659	101.4%	89.7%
226	4	Bugalegrande	VALLE		3.133	2.890	509	1.258	595			2.362	20	2	2.384	82.7%	75.4%
227	5	Candelaria	VALLE		5.181	4.480	97	2.528	1.898	113	9	4.641	51		4.692	88.1%	89.6%
228	6	Candelaria	VALLE		3.992	6.470	1.848	3.239	1.080	2		5.969	58	1	6.028	162.1%	149.6%
229	7	Certero	VALLE		24.893	23.338	3.485	6.887	11.253	1.412	457	23.423	184	5	23.612	94.6%	94.9%
230	8	Cerro	VALLE		5.362	6.845	954	3.965	839	16		5.784	49	2	5.835	127.7%	107.9%
231	9	Florida	VALLE		7.201	7.167	4.387	2.095	347			6.809	37		6.846	99.6%	94.6%
232	10	Ginebra	VALLE		948	1.718	270	1.068	391	4		1.731	20	1	1.752	181.2%	182.6%
233	11	Guacari	VALLE		3.034	3.308	194	3.128	155			3.477	25	1	3.503	109.0%	114.6%
234	12	Jamundí	VALLE		14.000	12.562	501	7.209	4.383	1.138		13.229	144	3	13.376	89.7%	94.6%
235	13	La Unión	VALLE		4.117	6.027	1.783	2.793	557			5.123	41		5.164	146.4%	124.4%
236	14	La Victoria	VALLE		2.251	2.267	700	1.549	68			2.317	11		2.328	100.7%	102.9%
237	15	Ovando	VALLE		1.439	2.234	1.029	7.07	14			1.750	13		1.763	155.2%	121.6%
238	16	Palmita	VALLE		43.926	49.147	1.769	24.484	14.389	2.929	430	44.046	430	15	44.491	111.9%	100.3%
239	17	Piedra	VALLE		8.032	7.359	2.152	4.054	1.109			7.315	59		7.374	91.6%	91.1%
240	18	Restrepo	VALLE		4.294	5.720	1.113	2.858	1.203	42		5.226	36	1	5.263	133.2%	121.7%
241	19	San Pedro	VALLE		918	1.164	251	1.075	220	4		1.550	13	2	1.565	127.1%	169.2%
242	20	Benito	VALLE		6.979	7.038	1.807	3.165	1.328	28		6.126	81	1	6.208	100.8%	87.8%
243	21	Tulu	VALLE		27.589	33.729	2.345	15.849	11.496	2.520	901	33.117	303	12	33.432	122.3%	120.0%
244	22	Yumbo	VALLE		12.887	11.430	1.282	7.070	2.854			11.208	175	78	11.459	90.1%	88.3%
245	23	Zarzal	VALLE		5.181	8.894	1.080	4.517	984	3		6.584	58	2	6.644	168.6%	127.6%
Subtotal				209.976	228.940	31.088	112.744	59.697	8.894	2.354	227	215.004	2.091	148	217.243	109,0%	102,4%
Gases del Oriente																	
246	1	Crota	BOYACÁ	115.019	98.931	6.901	28.415	16.180	6.998	481	1	58.958	4	81	59.041	84.3%	51.3%
247	2	Villa del Rosario	BOYACÁ	13.272	5.405	508	937	183	1			1.627			1.627	40.7%	12.3%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
248	3	Los Patios	MONTESANTANDER	13.709	8.868	398	3.729	1.188	1			5.302			5.302	64.7%	38.7%
249	4	Pampolona	MONTESANTANDER	9.067	1.748	254	832	280	33			1.199			1.199	19.3%	13.2%
		Subtotal		151.067	112.950	8.047	33.713	17.829	7.033	461	1	67.084	4	81	67.169	74.8%	44.4%
Gases del Quindío																	
250	1	Armenia	QUINDIO	53.194	84.587	11.515	16.108	14.097	3.020	2.958	659	48.353	740	18	49.109	121.4%	90.9%
251	2	Croesera	QUINDIO	3.590	4.422	1.024	2.123	727	75	9	20	3.978	48	2	4.028	123.2%	110.8%
252	3	La Tebaida	QUINDIO	4.025	7.399	1.429	3.405	530	7	13		5.384	88	2	5.454	183.8%	133.8%
253	4	Quimbaya	QUINDIO	5.193	4.915	487	2.989	379	10			3.865	65		3.930	94.6%	74.4%
254	5	Cartago	QUINDIO	9.782	12.321	858	5.640	2.242	428	3		9.167	128	2	9.297	128.0%	93.7%
255	6	Montenegro	QUINDIO	5.933	7.490	1.808	3.121	548	13	4	4	5.494	75	1	5.570	126.2%	92.6%
256	7	Riancho	QUINDIO	1.292	1.825	312	1.004	285				1.601	27		1.628	141.3%	123.9%
257	8	Santo	QUINDIO	852	1.038	80	505	230	1			798	26		822	159.2%	122.1%
		Subtotal		83.661	103.997	17.489	34.893	19.036	3.552	2.985	683	78.638	1.177	23	79.838	124.3%	94.0%
Gas del Risaralda																	
258	1	Barbosa	RISARALDA	402	352	44	97	151	3			295	12		307	87.6%	73.5%
259	2	Doña Juvenal	RISARALDA	38.391	41.474	3.303	14.628	14.023	1.829	48		33.829	475	25	34.329	108.0%	88.1%
260	3	La Celia	RISARALDA	780	894	61	359	204	3			627	25		652	114.6%	80.4%
261	4	La Virginia	RISARALDA	7.525	7.047	1.575	1.709	2.070	103			5.457	90		5.547	93.6%	72.5%
262	5	Parera	RISARALDA	83.593	79.203	10.317	20.495	13.200	8.999	4.701	2.808	58.518	1.080	18	59.614	94.7%	70.0%
263	6	Maricao	RISARALDA	2.413	1.833	410	1.051	378	8			1.845	49		1.894	76.0%	76.5%
264	7	Santa Rosa de Cabal	RISARALDA	11.667	10.041	934	3.388	2.849	314	53		7.516	184	1	7.691	86.1%	84.4%
		Subtotal		144.771	140.844	16.644	41.705	32.875	9.257	4.800	2.806	108.087	1.895	42	110.024	97.3%	74.7%
Gas Natural																	
265	1	Bogotá	D.C.	1.782.885	1.852.960	108.752	513.879	559.198	173.584	57.088	41.849	1.454.128	32.210	572	1.486.908	105.1%	82.5%
266	2	Bogotá	CUNDINAMARCA	105.868	111.524	18.728	44.499	23.517				88.742		28	88.768	105.5%	82.1%
267	3	Bogotá	CUNDINAMARCA	6.072	6.888	318	2.927	987				4.210		2	4.212	109.6%	89.3%
		Subtotal		1.874.425	1.971.150	127.794	561.105	583.680	173.584	57.066	41.849	1.545.078	32.210	600	1.577.888	105.2%	82.4%
Gas Natural Cundiboyacense																	
268	1	Altena	SANTANDER	120	99	3	83	3	3			92	7		99	82.5%	76.7%
269	2	Baran	BOYACA	1.413	1.025	9	878	21				908	40		948	72.5%	84.1%
270	3	Nazareth-Belenito	BOYACA	695	578	175	369	10				554	19		573	83.2%	79.7%
271	4	Bosque	CUNDINAMARCA	1.088	743	48	508	111				687	25		692	69.6%	62.5%
272	5	Bosque	BOYACA	111	152	28	99					125	2		127	136.9%	112.6%
273	6	Cajica	CUNDINAMARCA	3.128	5.891	490	2.714	1.984	359	54	110	5.891	187	13	5.891	188.5%	182.1%
274	7	Caldas	BOYACA	58	58		52					52	4		56	95.6%	89.7%
275	8	Capetia	CUNDINAMARCA	116	88		5	45				80	2		82	75.9%	43.1%
276	9	Cerro	BOYACA	792	387	127	187	12				328	9		335	48.9%	41.2%
277	10	Cogua	CUNDINAMARCA	904	1.198	298	541	315				1.152	44	1	1.197	132.3%	127.4%
278	11	Cumbala	BOYACA	280	171	8	68	45				119	5		124	61.1%	42.8%
279	12	Cota	CUNDINAMARCA	1.589	1.938	4	307	795	61	41	119	1.327	58	1	1.384	122.0%	83.5%
280	13	Cusaca	BOYACA	200	95		71	1				72	3		75	47.5%	36.0%
281	14	Cusubá	CUNDINAMARCA	340	453	4	168	92				262	7		269	133.2%	77.1%
282	15	Oliva	CUNDINAMARCA	18.198	17.231	555	5.558	5.718	2.428	381	413	15.049	490	4	15.543	108.4%	92.9%
283	16	Orquídea	BOYACA	9.100	8.162	483	2.750	3.908	5			7.144	204		7.348	89.7%	78.5%
284	17	Quitema	BOYACA	21.581	18.937	1.101	6.705	8.184	1.418	168		15.576	478	2	16.054	78.5%	72.2%
285	18	Pacatavita	CUNDINAMARCA	18.748	17.390	2.382	7.028	3.879	1.710			14.779	255	5	15.039	92.8%	78.8%
286	19	Pácora	BOYACA	289	203	1	173	19				193	7		200	70.2%	66.8%
287	20	Pácora	SANTANDER	398	353	7	272	12				291	6		297	91.7%	73.5%
288	21	Pácora	CUNDINAMARCA	8.500	11.588	790	2.641	6.378	201			10.008	240	7	10.258	136.1%	117.7%
289	22	Pácora	CUNDINAMARCA	58	54		33					33	2		35	96.4%	58.9%
290	23	Pácora	CUNDINAMARCA	644	441	94	249	88	2			433	8		441	68.5%	67.2%
291	24	Pácora	CUNDINAMARCA	83	49	1	48					49			49	59.0%	59.0%
292	25	La Salazar	SANTANDER	488	585	83	352	12				447	14		461	120.7%	95.5%
293	26	Madrid	CUNDINAMARCA	7.088	9.848	353	5.087	3.418	72			8.930	199	2	9.131	138.5%	128.4%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
294	27	Mosquera	CUNDINAMARCA	10.152	15.887	1.802	8.278	4.892	2.011			14.583	225	12	14.820	154.5%	143.8%
295	28	Motavia	BOYACA		75	84	49	1				58	8		84	85.3%	77.3%
296	29	Namagan	CUNDINAMARCA		1.158	831	91	408	159	2		658	33		691	71.8%	58.8%
297	30	Noboa	BOYACA		894	1.024	77	675	94	42		888	24		912	114.5%	99.3%
298	31	Ocala	BOYACA		48	58	11	38				49	5		54	116.7%	102.1%
299	32	Pácor	BOYACA	5.194	4.125	65	3.218	479	68			3.828	145	2	3.973	79.4%	73.7%
300	33	Raquira	BOYACA	400	288	85	3.218	479	68			3.828	52		3.879	71.5%	95.5%
301	34	Sedaca	BOYACA	400	424	133	127	10				270	9		279	106.0%	87.5%
302	35	Semacá	BOYACA		1.333	952	148	443	338			925	28		953	71.4%	69.4%
303	36	Santa Rosa de Viterbo	BOYACA	1.520	1.477	75	901	328				1.304	30		1.334	97.2%	85.8%
304	37	Santa Sofía	BOYACA		188	213	2	123	48			173	8		179	114.5%	93.0%
305	38	Sinjaca	CUNDINAMARCA		1.844	1.154	108	393	481	4		984	34	2	1.020	70.2%	59.9%
306	39	Sogamoso	BOYACA	23.313	15.817	180	9.317	4.391	378			14.244	398	11	14.653	87.0%	81.1%
307	40	Sopó	CUNDINAMARCA		1.584	1.735	375	1.069	140			1.584	69	1	1.654	110.9%	101.3%
308	41	Sora	BOYACA		129	90	24	28				52	3		55	89.8%	40.3%
309	42	Sota	CUNDINAMARCA		538	234	3	123	98			222	12		234	43.7%	41.4%
310	43	Subercastellán	BOYACA		512	328	4	81	181			268	25		291	63.7%	52.0%
311	44	Subachoque	CUNDINAMARCA		250	255	1	97	124			222	1		223	102.0%	88.8%
312	45	Talca	CUNDINAMARCA	1.008	1.218		350	807	213			1.170	48		1.218	121.1%	116.3%
313	46	Tausa	CUNDINAMARCA		178	182	38	35	51			124	8		130	91.0%	89.7%
314	47	Térra	CUNDINAMARCA	1.259	883	5	482	108				595	21		616	52.7%	47.3%
315	48	Tibacaya	BOYACA		849	725	4	309	317	10		840	17		857	85.4%	75.4%
316	49	Tinjacá	BOYACA		115	120	1	53	43			97	8		103	104.3%	84.3%
317	50	Tocmopá	CUNDINAMARCA		1.597	2.038	235	885	354	293		1.787	51	9	1.827	127.6%	110.6%
318	51	Tunja	BOYACA	28.000	30.042	2.988	7.789	11.345	2.115	1.127		25.384	604	2	25.970	115.5%	97.5%
319	52	Tutunquá	BOYACA		90	88	31	33	1			65	2		67	75.6%	72.2%
320	53	Tuta	BOYACA		421	811	145	422	22			589	23		612	145.1%	139.9%
321	54	Ubaté	CUNDINAMARCA		2.835	3.880	1.039	2.075	300	34		3.448	120	2	3.570	136.2%	121.6%
322	55	Villa de Leyva	BOYACA		1.700	993	122	328	248	155		851	59	1	911	58.4%	50.1%
323	56	Zapopan	CUNDINAMARCA		450	380	5	180	64			249	13		262	80.0%	55.3%
324	57	Zoque	CUNDINAMARCA		18.180	14.807	1.201	8.898	4.571	1.440	1	380	380	2	14.871	81.4%	79.7%
Subtotal					197.925	195.688	15.780	83.357	62.894	13.084	1.772	177.909	4.766	79	182.754	98.9%	89.9%
Gas Natural del Centro																	
325	1	Chiricó	CALDAS		6.708	7.210	854	3.624	2.039	1.072	87	7.878	107	7	7.790	107.5%	114.4%
326	2	Manizales	CALDAS		78.881	70.481	4.169	17.987	28.029	10.148	3.284	5.189	1.238	59	88.081	91.9%	87.1%
327	3	Manizales	CALDAS		9.583	7.428	908	3.017	3.181	282	1	7.387	80	8	7.463	77.5%	78.9%
328	4	Nariño	CALDAS		1.917	2.239	17	708	981			1.884	39		1.723	116.8%	87.8%
329	5	Parícuta	CALDAS		958	1.128	198	571	110			877	23		900	117.7%	91.5%
Subtotal					95.827	88.484	6.142	28.885	32.300	11.500	3.352	84.368	1.487	72	85.927	92.3%	88.0%
Gas Natural del Cesar																	
330	1	Aguachica	CEESAR		15.630	14.420	4.894	5.145	1.774	380	3	11.978	87	20	12.083	92.3%	78.8%
331	2	Aguachica	CEESAR		6.787	6.425	797	3.213	548	521		5.077	30	13	5.120	94.7%	74.8%
332	3	Chiquinquirá	CEESAR		2.605	2.888	815	781	880	1		2.257	2	1	2.280	110.1%	88.8%
333	4	Cúcuta	CEESAR		3.850	3.888	1.184	1.995	2			3.181	22	5	3.208	105.9%	87.2%
334	5	El Banco	MAGDALENA		6.139	6.623	2.328	1.789	385	187		4.889	55	13	4.757	107.9%	78.4%
335	6	El Banco	CEESAR		1.528	1.414	288	827	41			1.158	4		1.180	92.7%	75.8%
336	7	La Gloria	CEESAR		1.091	844	388	388				752	3		755	77.4%	68.9%
337	8	La Jirga de Ibarra	CEESAR		3.715	3.715	1.353	1.882	18			3.253	13	2	3.288	100.0%	87.8%
338	9	Parícuta	CEESAR		3.041	2.290	735	1.207				1.942	12	3	1.957	75.3%	63.9%
339	10	Parícuta	CEESAR		2.282	1.895	1.333	339	43			1.715	8	1	1.722	83.0%	75.2%
340	11	San Alberto	CEESAR		3.114	3.172	1.089	1.290	879	1		3.039	27	4	3.070	101.9%	97.8%
341	12	San Diego	CEESAR		2.059	1.449	337	943	128			1.408	5	2	1.413	70.4%	68.3%
342	13	Tamalameque	CEESAR		988	988	598	245				841		1	842	100.0%	85.1%
343	14	Socorro	CEESAR		2.308	2.310	794	1.308				2.102	5	2	2.109	100.2%	91.2%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIO S COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
344	15	Cesaron	CEBAC	894	402	98	220					318		318	45.0%	35.8%	
345	16	San Roque	CEBAC	575	400	319						319		319	69.6%	55.5%	
346	17	Rindon Herido	CEBAC	600	299	187	88					255	1	256	49.8%	42.5%	
347	18	La Mata	CEBAC	209	130	108						108		108	62.2%	50.7%	
348	19	La Palma	CEBAC	220	144	105						105		105	65.5%	47.7%	
349	20	Salazarandia	CEBAC	179	67	52						52		52	37.6%	29.2%	
350	21	El Surro	CEBAC	67	56	45						45		45	83.6%	67.2%	
		Subtotal		57.676	53.777	17.381	21.638	4.494	1.070	3		44.586	252	67	44.905	93.2%	77.3%
Empresas Públicas de Medellín																	
351	1	Berboa	ANTIOQUIA	12.551	5.251	348	1.941	369				2.658	23	5	2.685	41.8%	21.2%
352	2	Bello	ANTIOQUIA	91.548	92.250	7.027	22.101	21.348	2.202			52.678	371	51	53.098	100.8%	57.5%
353	3	Caldas	ANTIOQUIA	17.118	12.894	97	3.383	1.879		1	177	5.537	79	8	5.624	74.2%	32.3%
354	4	Copacabana	ANTIOQUIA	17.734	15.198	179	4.787	2.912				7.922	46	23	7.991	85.7%	44.7%
355	5	Envigado	ANTIOQUIA	47.485	55.373	541	5.143	13.834	7.859	8.014	533	36.924	356	59	36.339	118.7%	75.7%
356	6	Envigado	ANTIOQUIA	13.787	8.008		1.459	2.222	4.95	113		4.289	79	32	4.400	58.2%	31.2%
357	7	Envigado	ANTIOQUIA	10.844	6.525	22	3.638	899	21	2		4.382	61	11	4.454	80.2%	40.4%
358	8	Envigado	ANTIOQUIA	63.804	64.300	975	13.951	17.805	1.036			33.567	425	249	34.241	101.1%	62.8%
359	9	Medellin	ANTIOQUIA	594.553	537.051	4.532	90.938	95.818	37.568	32.899	22.814	284.369	3.718	517	288.604	90.3%	47.8%
360	10	Salazarandia	ANTIOQUIA	12.194	12.207	1	1.315	4.222	1.338	28		6.902	178	68	7.144	100.1%	56.6%
		Subtotal		881.376	808.865	13.722	148.656	160.706	50.520	41.231	23.391	438.226	5.334	1.021	444.581	91.8%	49.7%
Llanog																	
361	1	Villavicencio	META	96.907	91.883	10.881	26.585	40.809	8.507	3.004	750	90.118	1.730	21	91.867	94.8%	93.0%
362	2	Acandía	META	11.855	8.928	1.787	2.080	916	93			4.836	107	2	4.945	75.3%	40.8%
363	3	Restrepo	META	1.852	1.837	817	5.15	734			1	1.867	52		1.919	99.2%	100.8%
364	4	Quibdó	META	2.679	2.480	239	1.387	869				2.495	49		2.544	91.8%	93.1%
365	5	Quibdó	CUNDINAMARCA	373	320	11	308	1				320	7		327	85.8%	85.8%
366	6	Quibdó	CUNDINAMARCA	277	277	15	218	48				277	3		280	100.0%	100.0%
367	7	Puerto Quibdó	CUNDINAMARCA	147	147		129	18				147	7		154	100.0%	100.0%
368	8	Quibdó	CUNDINAMARCA	1.624	920	43	689	205	3			920	29		949	56.7%	56.7%
369	9	Una	CUNDINAMARCA	982	581	9	343	234				588	38		624	80.4%	80.9%
370	10	Chiriquí	CUNDINAMARCA	549	342	2	90	243				335	18		353	62.3%	61.0%
371	11	Posa	CUNDINAMARCA	375	294	26	258	10				292	7		299	78.4%	77.9%
372	12	Barro de Upar	META	595	547	187	188					373	6		379	91.8%	82.6%
373	13	Pio López	META	3.330	1.022	181	7.99	57				1.017	5		1.022	30.7%	30.6%
		Subtotal		121.526	109.558	13.738	33.543	43.942	8.603	3.004	751	103.581	2.058	23	105.662	90.2%	85.2%
Madagas Ingenieros																	
373	1	Acandía	META	12.000	10.559	3.419	3.774	869	123			8.185	78	1	8.264	88.0%	68.2%
374	2	Panqueburo	CUNDINAMARCA	684	684	74	348	17				439	13		452	100.0%	84.2%
375	3	Medina	CUNDINAMARCA	975	750	56	667	25				748	12		760	78.9%	76.7%
376	4	Quibdó	META	2.177	1.992	207	173	86				468	4		470	91.5%	21.4%
377	5	Castilla	META	1.080	1.018	22	405	83				510	7		517	98.0%	48.1%
378	6	San Martín	META	8.501	5.153	84	381	100				585	8		573	80.6%	6.6%
		Subtotal		25.397	20.156	3.862	5.748	1.180	123			10.913	122	1	11.036	79.4%	43.0%
Metrogas																	
379	1	Pordelense	SANTANDER	63.992	63.070	5.808	21.053	18.986	8.766	3.671	887	59.149	356	5	59.510	98.6%	92.4%
380	2	Orin	Santander	889	889	45	844					889			889	100.0%	100.0%
381	3	Orin	Norte Santander	23.283	15.159	59	252					311			311	85.1%	1.3%
		Subtotal		87.964	78.918	5.910	21.949	18.966	8.766	3.671	887	60.149	356	5	60.510	89.7%	68.4%
Surtigas																	
382	1	Catagena	BOUVAR	202.487	172.084	55.441	50.872	30.891	11.083	8.824	7.065	181.778	2.185	202	184.143	85.0%	79.9%
383	2	Turiso	BOUVAR	14.939	14.078	2.821	7.935	1.594	6.95			12.845	100	8	12.953	94.2%	88.0%
384	3	Arjona	BOUVAR	12.270	9.175	5.889	2.888	147				8.702	40	3	8.745	74.8%	70.9%
385	4	Miguel	BOUVAR	21.531	18.480	5.799	9.284	229	281			15.553	130	7	15.690	76.5%	72.2%
386	5	Mompox	BOUVAR	5.227	4.541	2.103	1.209	588				3.898	19		3.917	88.9%	74.6%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
387	6	Buenavista	SUCRE	2.244	1.817	1.029	262					1.291	11		1.302	72.1%	57.5%
388	7	San Pedro	SUCRE	3.271	2.527	1.440	849	53				2.142	25	1	2.188	77.3%	65.5%
389	8	Pta Cartagena Simon	BOUVAR	1.670	1.344	450	391					841	3		844	80.5%	50.4%
390	9	San Juan Nepomuceno	BOUVAR	4.847	4.572	1.107	2.924	44				4.075	54	1	4.130	94.3%	84.1%
391	10	San Jacinto	BOUVAR	3.775	3.437	2.374	839	19				3.028	37		3.085	91.0%	80.2%
392	11	El Carmen de Bolívar	BOUVAR	11.370	7.825	3.095	3.418	731				7.244	88	2	7.332	88.8%	63.7%
393	12	Chimeneza	BOUVAR	1.787	1.623	711	489	2	1			1.203	5	1	1.209	90.8%	67.3%
394	13	Ovejas	SUCRE	2.625	2.133	1.034	598	48				1.680	16		1.696	81.3%	64.0%
395	14	Santa Rosa	BOUVAR	2.988	2.273	1.298	749					2.045	3	1	2.049	78.1%	68.4%
396	15	Santa Catalina	BOUVAR	1.476	981	558	257	8				819	2		821	86.5%	55.5%
397	16	María la Baja	BOUVAR	4.597	4.073	1.878	1.282	81				3.241	18		3.259	88.6%	70.5%
398	17	Turbana	BOUVAR	2.222	2.049	1.000	768	13				1.779	7		1.788	92.2%	80.1%
399	18	Santa Ana	MAGDALENA	3.015	2.355	812	878	14				1.702	7		1.709	78.1%	56.5%
400	19	Telequia Nvo. Vto.	BOUVAR	1.178	1.122	593	284					877			877	95.4%	74.6%
401	20	Villanueva	BOUVAR	3.500	2.843	1.957	179					2.138	7		2.143	81.2%	61.0%
402	21	Granada	BOUVAR	900	888	440	1					441			441	74.0%	49.0%
403	22	Simón Bolívar	SUCRE	57.925	47.985	17.843	18.059	6.858	3.095	344	454	48.453	509	31	48.993	82.8%	80.2%
404	23	San Oroño	SUCRE	3.800	3.138	1.028	1.069	310	9			2.416	23		2.439	82.5%	63.6%
405	24	Coronel	SUCRE	12.131	9.428	3.501	4.809	414	168	14		8.902	79	5	8.988	77.7%	73.4%
406	25	Los Palmitos	SUCRE	1.950	1.708	794	688					1.482	15		1.497	87.5%	78.0%
407	26	San Juan	SUCRE	4.000	3.628	1.377	1.425	152	63			3.020	33	2	3.055	90.7%	75.5%
408	27	San Juan	CORDOBA	11.485	10.194	3.207	4.208	1.631	357			9.403	87	5	9.495	88.9%	82.0%
409	28	Oruro	CORDOBA	5.507	4.808	1.829	1.739	679	2			4.249	47	2	4.298	83.7%	77.2%
410	29	San Marcos	SUCRE	6.100	5.639	1.593	2.135	978				4.708	69	2	4.777	92.4%	77.1%
411	30	San	SUCRE	6.850	4.909	2.899	1.031	540	48			4.318	45	1	4.364	73.8%	64.9%
412	31	Tolu	SUCRE	6.300	4.904	1.544	1.518	788	207			4.035	118		4.153	77.8%	64.0%
413	32	Tolu Viejo	SUCRE	1.357	1.157	603	429	15				1.047	10	4	1.081	85.3%	77.2%
414	33	Orma	CORDOBA	688	624	385	109					474	5		479	90.7%	68.9%
415	34	San Andrés	CORDOBA	1.804	1.620	724	657	80				1.441	15	1	1.457	89.8%	79.9%
416	35	Monroa	SUCRE	1.800	1.532	733	568	39				1.338	17	2	1.357	95.8%	83.6%
417	36	Galena	SUCRE	2.824	2.491	1.098	737	147				1.982	10		1.992	88.2%	70.2%
418	37	Salda	SUCRE	1.614	1.492	554	738	19				1.311	8		1.319	92.4%	81.2%
419	38	Coveñas	SUCRE	4.500	1.788	698	574	23				1.295	110	4	1.409	39.7%	28.8%
420	39	El Porvenir	SUCRE	1.700	1.462	297	19	1				317	4		321	86.0%	18.6%
421	40	Mullin	CORDOBA	1.130	1.124	587	26					593	3		596	99.5%	52.5%
422	41	Montaña	CORDOBA	71.784	61.484	28.831	16.778	7.310	2.708	1.654	930	58.209	614	55	58.878	85.7%	81.1%
423	42	Canale	CORDOBA	12.000	11.805	2.731	5.525	1.421	538	10		10.225	107	23	10.355	98.4%	85.2%
424	43	Canale de Oro	CORDOBA	5.500	4.594	2.131	1.494	388	18			4.027	17		4.044	83.5%	73.2%
425	44	Montalbano	CORDOBA	9.500	9.442	2.790	2.588	2.391	32	63	109	7.973	98	3	8.072	99.4%	83.9%
426	45	Planeta Rica	CORDOBA	9.500	9.045	2.472	3.881	1.437	52			7.822	103	5	7.930	95.2%	82.3%
427	46	Pueblo Nuevo	CORDOBA	2.400	2.161	784	741	69				1.594	15		1.609	90.0%	66.4%
428	47	Lorica	CORDOBA	9.780	8.823	3.300	2.602	988	8			6.878	39	3	6.920	90.2%	70.3%
429	48	Momí	CORDOBA	1.723	1.679	848	440	3				1.291	7		1.298	97.4%	74.9%
430	49	Puntame	CORDOBA	2.385	2.128	482	487	29				978	3		981	90.0%	41.4%
431	50	San Antonio	CORDOBA	4.276	1.800	788	732	141				1.681	7		1.688	42.1%	38.8%
432	51	Candela	ANTIOQUIA	14.042	12.024	3.892	2.408	2.123	2		12	8.437	80	4	8.521	85.6%	80.1%
433	52	San Pelayo	CORDOBA	2.642	2.547	671	592	10				1.273	7		1.280	98.4%	48.2%
434	53	San Carlos	CORDOBA	1.200	854	451	68					519	3		522	71.2%	43.3%
435	54	Ayapel	CORDOBA	5.710	5.698	1.279	1.413	134				2.823	15		2.838	99.8%	49.4%
436	55	Buenavista	CORDOBA	3.000	1.150	684	218	1				901	1		902	38.3%	30.0%
Subtotal				596.344	502.451	184.373	166.401	63.313	19.345	8.709	8.570	450.711	5.056	378	456.145	84.3%	75.6%
Gasur																	
437	1	Aracibo	BOYACA	280	280		183	32				192	10		202	100.0%	88.6%
438	2	Berboa	SANTANDER	5.800	5.300	20	900	750				1.670	41		1.711	94.6%	29.8%

No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
					1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
439	3 Bolívar	SANTANDER	300	300		293					293	4		297	100.0%	97.7%
440	4 Chiriquí	SANTANDER	150	150		119					119			119	100.0%	79.3%
441	5 Jesús María	SANTANDER	220	220		178					178	5		181	100.0%	80.0%
442	6 Buca	SANTANDER	100	100		99					99	1		100	100.0%	99.0%
443	7 Chiriquí	BOYACÁ	250	250		188	25				191			191	100.0%	78.4%
444	8 Santiana	BOYACÁ	550	450		155	117				272	5		277	81.8%	49.5%
445	9 Togi	BOYACÁ	250	250		200					200	2		202	100.0%	80.0%
	Subtotal		7.700	7.300	20	2.268	924				3.212	68		3.280	94.8%	41.7%
	Espejas															
446	1 Manizales	BOYACÁ	2.040	1.940	74	607	550	44			1.275	42		1.317	95.1%	62.5%
447	Subtotal		2.040	1.940	74	607	550	44			1.275	42		1.317	95.1%	62.5%
	Promesa															
448	1 Puente Nacional	SANTANDER	1.290	1.210	105	440	281				826	13		839	93.8%	64.0%
	Subtotal		1.290	1.210	105	440	281				826	13		839	93.8%	64.0%
	Publiserivios															
449	1 Miniflora	BOYACÁ	1.008	917	169	579	12	8			768	23		789	91.0%	76.0%
450	2 Jataona	BOYACÁ	349	348	19	183					202	5		207	99.1%	57.9%
451	3 Ben Eduardo	BOYACÁ	294	294	108	114					220			220	100.0%	74.8%
452	4 Pasa	BOYACÁ	381	381											100.0%	
453	5 Barrio	BOYACÁ	181	181	17	134					151	1		152	100.0%	83.4%
	Subtotal		2.193	2.099	311	1.010	12	8			1.339	29		1.368	95.7%	61.1%
	Proviservicios															
454	1 Quivira	SANTANDER	430	415	9	393					402	5		407	96.5%	93.5%
455	2 Quivira	SANTANDER	920	907	510	368		3			904	3		907	98.6%	98.3%
456	3 San Vicente de Chucuri	SANTANDER	3.733	3.300	929	1.919	365				3.213	2		3.215	86.4%	86.1%
457	4 El Pájar	SANTANDER	433	388	32	258					288			288	64.5%	66.5%
458	5 La Pasa	SANTANDER	450	390	15	298	1				312			312	86.7%	89.3%
	Subtotal		5.966	5.378	1.495	3.233	388	3			5.119	10		5.129	90.1%	85.8%
	Nacional de Servicios Públicos Domiciliarios S.A. E.S.P. NSP S.A. E.S.P.															
459	1 Vireo	SANTANDER	1.861	1.915	1.296						1.296	52		1.348	102.9%	69.6%
	Subtotal		1.861	1.915	1.296						1.296	52		1.348	102.9%	69.6%
	Servicios Públicos y Gas - SERVIGAS S.A. E.S.P.															
460	1 Cruz de Guadalupe	HUILA	28	28	28						28			28	100.0%	100.0%
461	2 Ordeal	HUILA	22	22	22						22			22	100.0%	100.0%
462	3 San Jorge	HUILA	78	78	78						78			78	100.0%	100.0%
463	4 Olaya	HUILA	2.092	57	5	52					57	15		72	2.7%	2.7%
464	5 Santa Clara	HUILA	120									1		1		
	Subtotal		2.338	183	131	52					183	16		199	7.8%	7.8%
	NGEOBRA S.A. E.S.P.															
465	1 Bocatoma	CEBAS	4.400,00	4.530,00	144	384	54				582			582	103.0%	12.4%
466	2 El Copay	CEBAS	3.250,00	3.410,00	18	81					79			79	104.9%	2.3%
467	3 El Paso	CEBAS	2.773,00	2.609,00											94.1%	
468	4 Atrina	CEBAS	2.114,00	1.941,00											91.8%	
469	5 Chimichagua	CEBAS	2.259,00	2.359,00											104.4%	
470	6 Arguani	MAGDALENA	3.535,00	3.525,00											99.7%	
471	7 Nueva Granada	MAGDALENA	1.200,00	1.124,00											93.7%	
472	8 ALGARROBO	MAGDALENA	1.546,00	774,00											50.1%	
473	9 CHIBOLO	MAGDALENA	1.851,00	584,00											31.8%	
474	10 BABANAS DE SAN ANGE	MAGDALENA	730,00	288,00											39.5%	
	Subtotal		23.659	21.144	162	425	54				641			641	89.4%	3.0%
	SURGAS S.A. E.S.P.															
475	1 Pájar	HUILA	18.853	18.423	4.108	3.718	1.348	32	1		9.201	23		9.224	98.6%	56.0%
476	2 Timera	HUILA	2.029	1.997	585	618	54				1.258	3		1.259	98.4%	62.9%

No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
					1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
477	3 Buena Vista	HUILA	705	895											98,6%	
478	4 Quetucupa	HUILA	1.344	1.344	278	744	57				1.079			1.079	100,0%	80,3%
479	5 Atamira	HUILA	858	858	87	513	15				595			595	100,0%	69,3%
480	6 Suaza	HUILA	863	863	274	357	38				669	3		672	100,0%	77,5%
481	7 El Pital	HUILA	1.305	1.305	512	487	28				1.005	1		1.006	100,0%	77,0%
482	8 Agreda	HUILA	1.500	1.500	588	387	10				963			963	100,0%	64,2%
483	9 San Agustín	HUILA	2.141	2.034											95,0%	
	Subtotal		27.398	27.019	8.389	8.800	1.546	32	1	-	14.798	30	-	14.798	98,6%	54,7%
ENERCA S.A. E.S.P.																
484	1 YOPAL	CABANARE	28.102	1.320	722	268	385				1.375	8		1.383	4,7%	104,2%
485	2 OROQUE	CABANARE	953	900	730	67	1				798	11		809	94,4%	88,7%
486	3 PAZ DE ARIPORE	CABANARE	4.044	3.500	848	804	1				1.651	18		1.668	88,5%	47,2%
487	4 SABANALARGA	CABANARE	437	420	23	281	28				332	3		335	96,1%	79,0%
488	5 MANI	CABANARE	1.801	1.700	512	738	15	1			1.264	1		1.265	94,4%	74,4%
489	6 TRINIDAD	CABANARE	1.350	800	225	338	8				567	3		570	59,3%	70,9%
490	7 SAN LUIS DE PALENQUE	CABANARE	453	420	101	168	4				274	1		275	92,7%	65,2%
491	8 AGUAZUL	CABANARE	1.863	250	50	70	1				121	1		122	13,4%	48,4%
	Subtotal		39.003	9.310	3.209	2.731	441	1			6.382	43		6.425	23,9%	68,5%
EDALGAS																
492	1 PUERTO BERRIO	ANTIOQUIA	7.790	7.200	2.918	1.247	151				4.314	27	-	4.341	92,43%	59,92%
493	2 OSHEROS	ANTIOQUIA	1.950	1.830	150	490	134				774	2	-	776	83,59%	47,48%
494	3 VERSALES	ANTIOQUIA	850	580	25	116	4				145	-	-	145	86,15%	25,69%
	Subtotal		10.390	9.390	3.091	1.853	289			-	5.233	29		5.262	90,4%	55,7%
SERVINGAS																
495	1 PALAN	TOLIMA	7.015	878	107	191	2				300		-	300	12,52%	34,17%
496	2 PALOCABILDO	TOLIMA	4.898	1.041	84	234	103				401		-	401	22,18%	38,62%
497	3 CABANANCA	TOLIMA	2.371	1.097	108	207	3				318		-	318	48,27%	28,99%
498	4 VILLAHERRIOSA	TOLIMA	1.139	1.139	108	309	38				453		-	453	100,00%	39,77%
	Subtotal		15.223	4.155	385	941	146			-	1.472			1.472	27,3%	35,4%
498	TOTAL				862.252	1.944.821	1.520.651	462.181	189.806	121.561	5.101.272	86.514	3.473	5.191.259		

Información preliminar. Las empresas en rojo no han enviado la información.

Total Departamentos 22

Fuente: Empresas Distribuidoras de Gas Natural

Consolidó: Dirección de Gas - Ministerio de Minas y Energía

Nota: Reporte Parcial. Las empresas en rojo aún o han reportado información.

Observaciones:

- (1) Los municipios de Acañas (Meta) y Floridablanca (Santander) son atendidos por dos distribuidores
- (2) No todos los catastros reportados son oficiales. En algunos casos fueron suministrados por las empresas según su propio levantamiento. En otros casos es mayor la cobertura que el catastro municipal suministrado por la oficina de Planeación del respectivo municipio
- (3) Municipios Nuevos en este trimestre: 11

- (4) La empresa Ingeobra manifestó cambios en los estratos de los usuarios atendidos respecto del informe de mar:

No. de poblaciones con gas natural:	498 (*)	
No. de usuarios residenciales conectados con gas natural	5.101.272	99,3%
No. de usuarios comerciales conectados con gas natural	86.514	1,7%

Número Total de Usuarios Residenciales Conectados por Estrato (E)					
E1	E2	E3	E4	E5	E6
862.252	1.944.821	1.520.651	462.181	189.806	121.561
Porcentaje por Estrato (E) de Usuarios Residenciales Conectados					
E1	E2	E3	E4	E5	E6
17%	38%	30%	9%	4%	2%

	No	POBLACIONES CON SERVICIO	Depto	CATASTRO	TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES ANILLADOS	USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS POR ESTRATO						TOTAL USUARIOS RESIDENCIALES CONECTADOS	TOTAL USUARIOS COMERCIALES	TOTAL USUARIOS INDUSTRIALES	TOTAL USUARIOS GAS NATURAL	COBERTURA RESIDENCIAL %	
						1	2	3	4	5	6					Potencial	Efectiva
		No. de usuarios industriales conectados con gas natural:				3.473		0,1%									
		No. de usuarios TOTALES conectados con gas natural:				5.191.259											

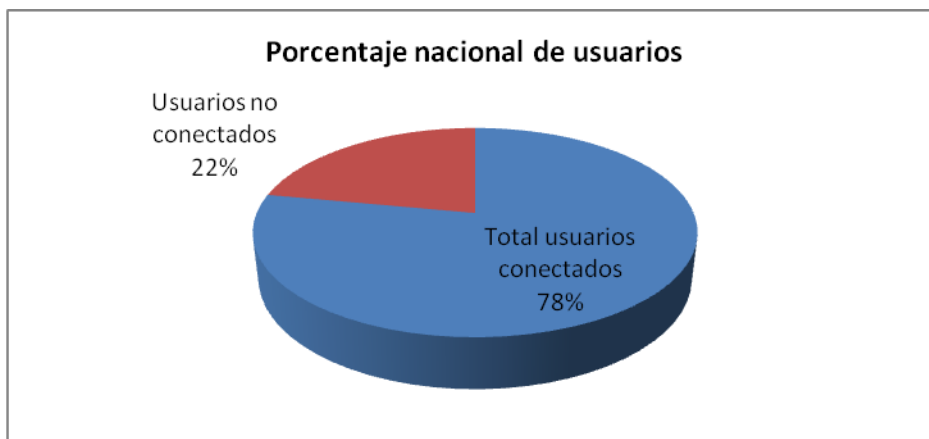
(*) 14 Municipios están anillados pero a la fecha no están conectados.

De acuerdo al cuadro anterior es importante identificar que los usuarios anillados son aquellos posibles usuarios, y los usuarios conectados son aquellos que ya cuentan con el servicio de gas domiciliario.

En el cuadro se presenta la relación de las gaseras y la cantidad de cubrimiento y posible expansión que cada una de ellas tiene. En la ilustración 1 se muestra un gráfico resumen, donde es más sencillo identificar las gaseras líderes y con mayor cubrimiento en Colombia.

Los usuarios que hacen falta por conectar son en total 1.441.428 (Cabe recordar que estos datos están hechos para el año 2009, es decir, aun no se incluye las nuevas instalaciones que se puedan hacer en los próximos años.)

Ilustración 2. Porcentaje nacional de usuarios

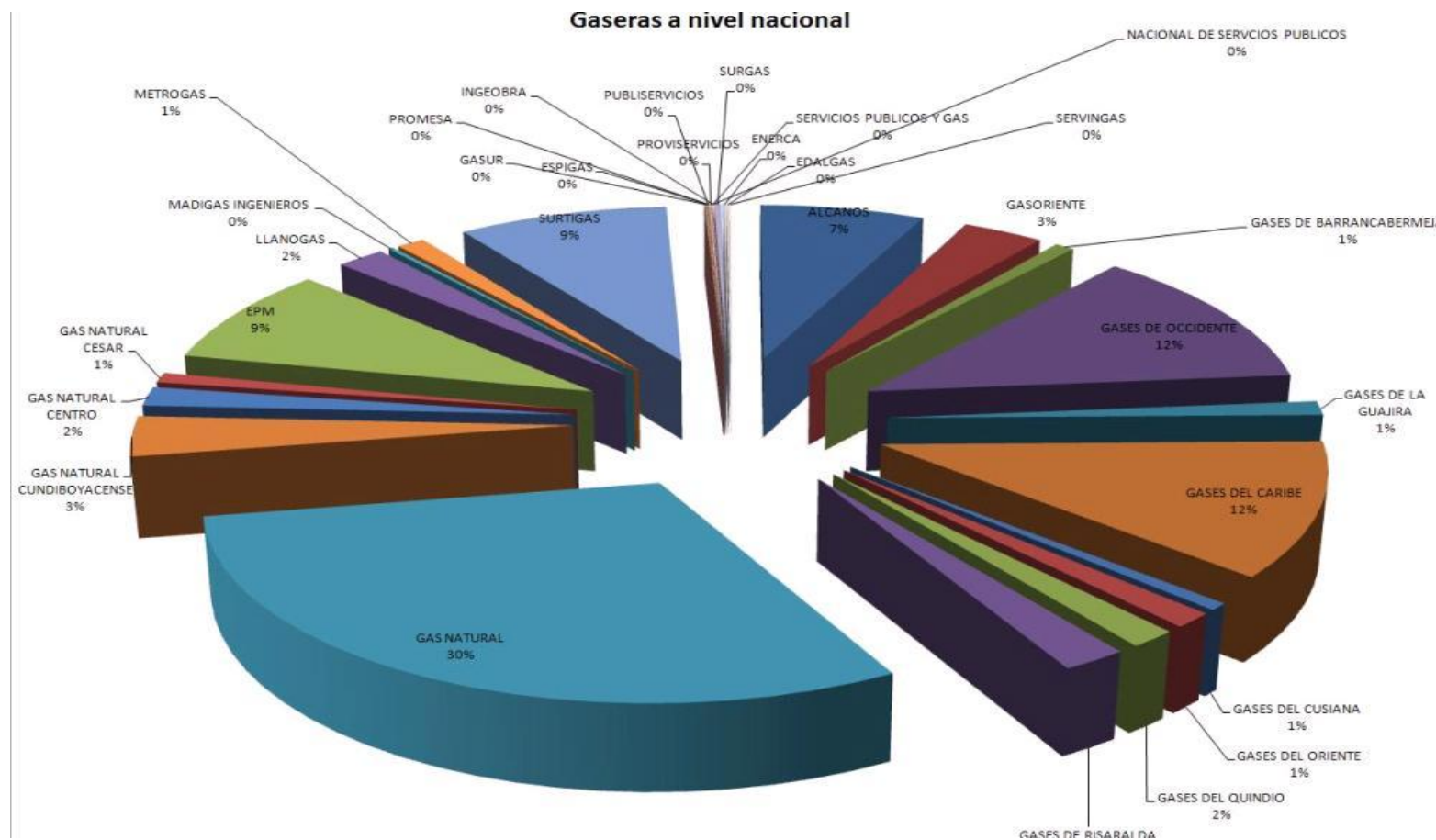


Fuente: Empleado PENAGOS HERMANOS

Estamos diciendo con esto que a nivel nacional hay un potencial de cobertura de 22% sin tener en cuenta las nuevas instalaciones que se presuman para años próximos.

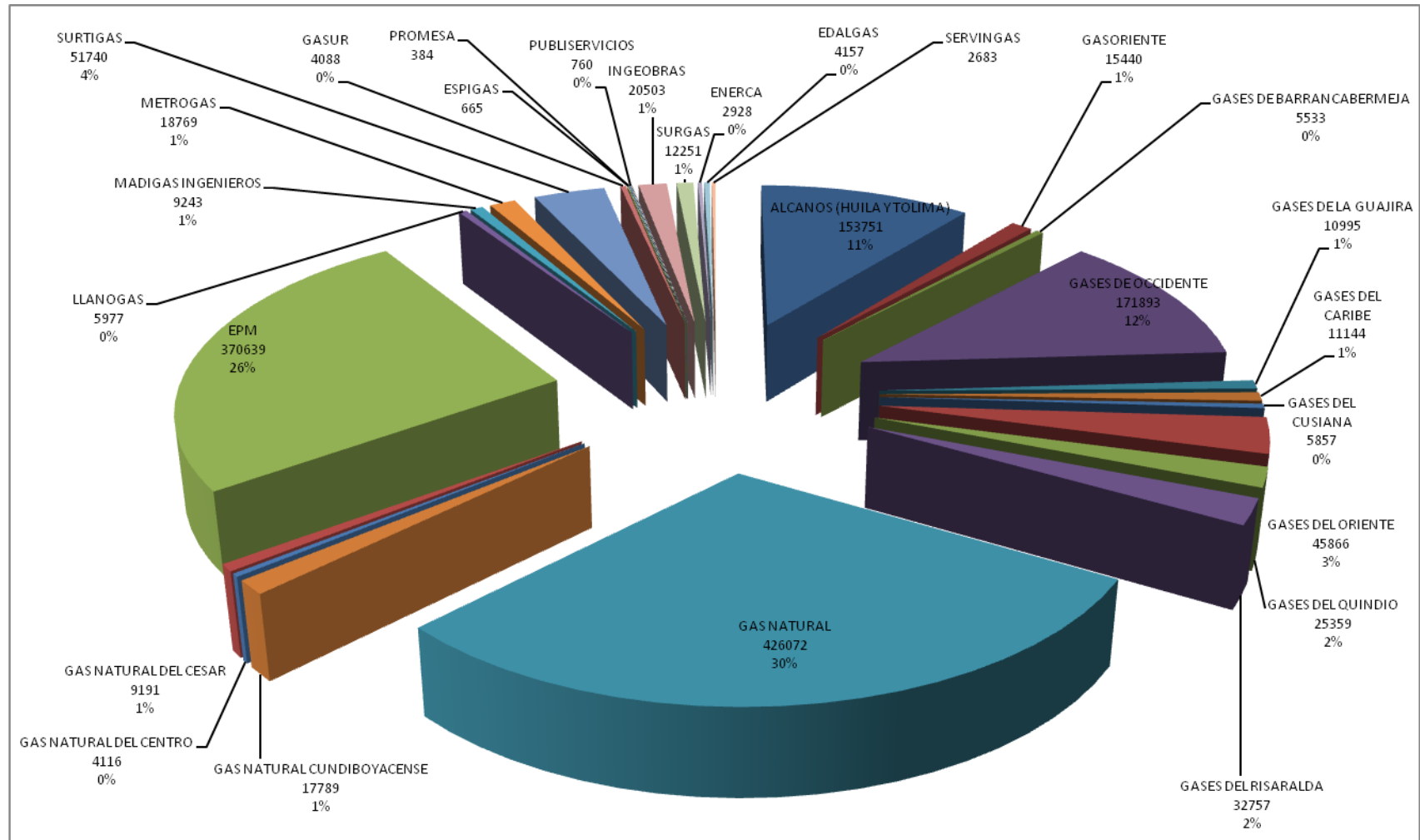
En la ilustración 3 se muestra el potencial nacional de ventas de accesorios para la instalación de gas domiciliario.

Ilustración 85. Cubrimiento de las gaseras a nivel nacional



Fuente: Empleado PENAGOS HERMANOS

Ilustración 3. Potencial a nivel nacional



Fuente: Empleado PENAGOS HERMANOS

En números:

- Gas Natural 32% → 464834 instalaciones. (Incluyendo Cundiboyacense, oriente y barranca)
- EPM 26% → 370639 instalaciones
- Gases de Occidente 12% → 171893 instalaciones
- Alcanos 11% → 153751 instalaciones. (Huila, Tolima y sectores de Cundinamarca, Antioquia y Caquetá)

En las cifras anteriores se tiene el 81% de todo el potencial de mercado en el país, pero cabe mencionar las de poca potencia:

- Surtigas 4% → 51740 instalaciones
- Gases del Oriente 3% → 45866 instalaciones
- Gases del Risaralda 2% → 32757 instalaciones
- Con estos completamos un 90% del potencial en el país.

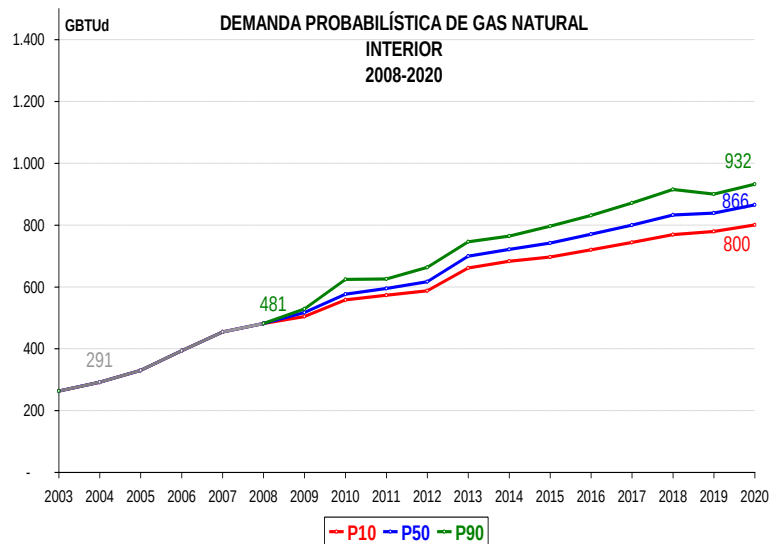
Hablando en términos de números de instalaciones hay tendencias que están bien marcadas y que se muestran a continuación.

P10 = Alta probabilidad de ocurrencia

P50 = Mayor probabilidad de ocurrencia

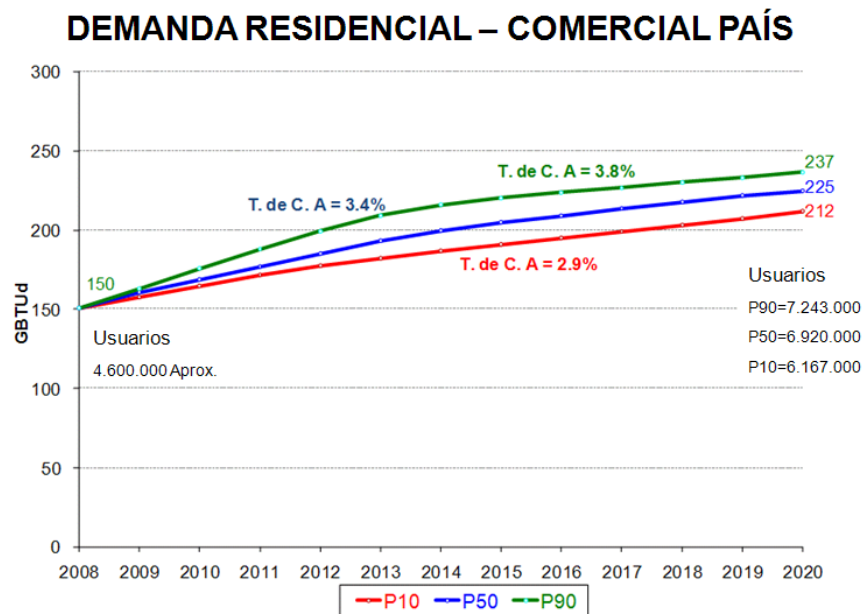
P90 = Baja probabilidad de ocurrencia

Ilustración 4. Demanda probabilística de gas natural interior.



Fuente: Naturgas

Ilustración 5. Demanda residencial-comercial país.



Fuente: Naturgas

Como es claro se ve una tendencia al crecimiento en los proximos años y concuerda con los cambios positivos que se estan manejando en mercado actualmente. El mercado en el país tenderá a aumentar un aproximado de 200000 nuevos usuarios al año según se analiza en el estudio.

Existe un gran mercado potencial, el cual PENAGOS HERMANOS debe cautivar con precio, calidad y tecnología.

ANEXO 17

COMPETENCIA

Analizando la parte económica dentro del mercado local las cosas no parecen estar muy bien, los precios bajos de algunos competidores y los avances en materiales hacen que la empresa se vea afectada de manera negativa y con la urgencia de tomar medidas que le abran la posibilidad de mejorar su posición dentro del mercado y aspirar a estar en el tope del mercado.

Como ejemplo de la competencia existente en los precios, la siguiente tabla muestra la diferencia con Racoval, competencia para PENAGOS HERMANOS.

Tabla 17-1. Diferencia de precio.

REFERENCIA	PRECIO PENAGOS	PRECIO COMPETIDOR (RACOVAL)	DIFERENCIA EN PESOS	% DE DIFERENCIA EN LOS PRECIOS
Elevadores de 1/2" IPS macho	7000	6700	\$300	4.28%
Conector de 1/2" con plato	2750	2650	\$100	3.63%
Conector de 1/2" con plato tipo gas natural G 1,6	3200	2666	\$534	16.68%
Conector para medidor G 4,0 tipo gas natural	8700	7250	\$1450	16.66%
Conector para medidor AL425 o G6	15800	13740	\$2060	13.03%
Elevador de 1/2" IPS hembra tipo gas natural	7300	6636	\$664	9.09%

Elevador monolítico de 1/2" tipo Gasorient	7100	6455	\$645	9.08
--	------	------	-------	------

Fuente: Departamento comercial.

La industria del gas se está moviendo en torno a la participación de “nuevos” materiales como lo es el PeAlPe y Latón. A continuación se mostrara algunos de los productos ofrecidos por la competencia de manera que podamos hacer un aproximado a lo se debe dirigir este estudio en torno a ser competitivos.

a) PeAlPe

Ventajas:

- 1) Conductividad térmica: 0.45 W/m K, aproximadamente 1/100 de la conductividad térmica de la tubería de acero, pero solo algunas veces más alta que la de los materiales aislantes.
- 2) Resistencia a la corrosión: Las capas de polietileno por ser un material plástico son totalmente resistentes a la corrosión.
- 3) Resistencia térmica y presión:

Tabla 17-33. Relación resistencia térmica vs. presión.

ESPECIFICACIÓN (mm)	PRESIÓN MÍNIMA DE ROTURA (psi)	RESISTENCIA HIDROSTÁTICA A LARGO PLAZO (psi)	TEMPERATURA DE TRABAJO (°C)	PRESIÓN DE TRABAJO (psi)
1216	870	391,5	-20 a 40	60
1418	870	391,5	-20 a 40	60
1620	725	391,5	-20 a 40	60
2025	580	333,5	-20 a 40	60
2632	580	304,5	-20 a 40	60

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS.

4) Vida útil: Según estudios se ha podido estimar la vida útil en aproximadamente unos 50 años.

Pero obviamente estos productos no están por si solos, también se tienen una serie de accesorios con los cuales van acompañados y que la misma empresa, en este caso EXTRUCOL también está ofreciendo. Cabe mencionar que estos accesorios son fabricados en bronce latón.

Tabla 17-34. Accesorios fabricados y vendidos por EXTRUCOL.

REFERENCIA	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERNO PROMEDIO		ESPESOR DE PARED	DIAMETRO INTERNO PROMEDIO
		MINIMO	MAXIMO		
1216	16	16,0	16,4	1,6	12,0
1418	18	18,0	18,4	1,6	14,0
1620	20	20,5	21,0	2,0	16,0
2025	25	25,0	25,5	2,2	20,0

Unidad: milímetros

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS.

b) Latón:

Este está siendo uno de los materiales que más fuerte se maneja dentro de la industria con gran aceptación de los clientes y que su mayor auge se genera en la zona costera del país.

Algunos de los productos ofrecidos:

Industrias Humcar:

Ilustración 86. Conjunto elevador.



Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tabla 17-35. Especificaciones técnicas conjunto elevador.

CONJUNTO ELEVADOR 3/4 - 1/2 IPS- 1/2 CTS

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

TIPO ELEVADOR	MATERIAL FABRICACION	MATERIALES UTILIZADOS
3/4 plg 1/2 IPS	Acero 12L14	Zincado – Recubrimiento externo e interno, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NTC 1156
1/2 IPS	Latón forjado (LAFOR)	Aleación (Cobre 59-62%; Estaño 0.5-1.5%; Hierro 0.10 máx.; Plomo 0.30; Zinc el resto)
1/2 IPS 1/2 CTS 32 mm	Varilla latón	Cu Zn39 Pb3

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

PIEZA	MATERIAL FABRICACION	MATERIALES UTILIZADOS
Base	Latón forjado	Aleación (Cobre 59-62%; Estaño 0.5-1.5%; Hierro 0.10 máx.; Plomo 0.30; Zinc el resto)
Válvula	Latón forjado	Aleación (Cobre 59-62%; Estaño 0.5-1.5%; Hierro 0.10 máx.; Plomo 0.30; Zinc el resto)
Anillo	Varilla latón	Cu Zn39 Pb3

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Ilustración 87. Elevador ½ IPS.



Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tabla 17-36. Especificaciones técnicas elevador ½ IPS

ELEVADOR	PIEZAS	MATERIAL Y COMPOSICIÓN
½ IPS	CONECTOR	Varilla en latón (Aleación de: Cu Zn39 Pb3)
	BASE	Latón Forjado (Aleación de: Cobre 59-62%; Estaño 0.5-1.5%; Hierro 0.10 máx.; Plomo 0.30; Zinc el resto)

Ilustración 88. Elevador ½ IPS y 20 mm



Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tabla 17-37. Especificaciones técnicas elevador ½ IPS y 20 mm.

TIPO ELEVADOR	MATERIAL FABRICACION	MATERIALES UTILIZADOS
½ IPS y 20mm	Varilla latón Para cuerpo	Cu Zn39 Pb3
	Latón forjado (LAFOR) para base	Aleación (Cobre 59-62%; Estaño 0.5-1.5%; Hierro 0.10 máx.; Plomo 0.30; Zinc el resto)

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Ilustración 89. Conector curvo.



Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tabla 17-38. Especificaciones técnicas conector curvo.

TUBERÍA	Acero negro al carbón calibre 0.098 pulg
TUERCA	Latón forjado
SOLDADURA	Plata al 35%
ROSCAS	NTC-332
CONEXIONES	Entrada ½" NPT" Macho Salida M26 x 1,5 mm Hembra

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tornillos y complementos (TCL)

Ilustración 90. Válvula y elevador para gas natural.



Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Tabla 17-39. Especificaciones técnicas

Válvulas y elevadores de latón para gas natural	
Material de fabricación:	Latón estampado y arenado
Asientos de la Bola:	PTFE
Empaques del Vástago	NBR
Normas Técnicas	En 331, ASME B16.33, NTC 3740, NTC 3538, CSA 3-88 NTC 4534
Roscas:	ASME B1.20.1, ISO 7/1, ISO 228/1
Temperatura de trabajo:	0°C a 120 °C

Accesorios de latón para tuberías de cobre flexible ASTM B280	
Material de fabricación:	Latón estampado y arenado
Normas Técnicas:	SAE J512, J513, NTC 4138, 4137
Accesorios utilizados en acometidas domiciliarias de gas natural, refrigeración y gas comprimido para empalmar los tramos de tubería de cobre flexible.	

Fuente: Personal empresa PENAGOS HERMANOS

Estos son algunos de los accesorios que encontramos dentro del mercado y que están teniendo más acogida por parte de los clientes.

Empresas del sector compran algunos accesorios en otros países y a empresas con alto reconocimiento en el área, alguna de éstas son:

World Industries:

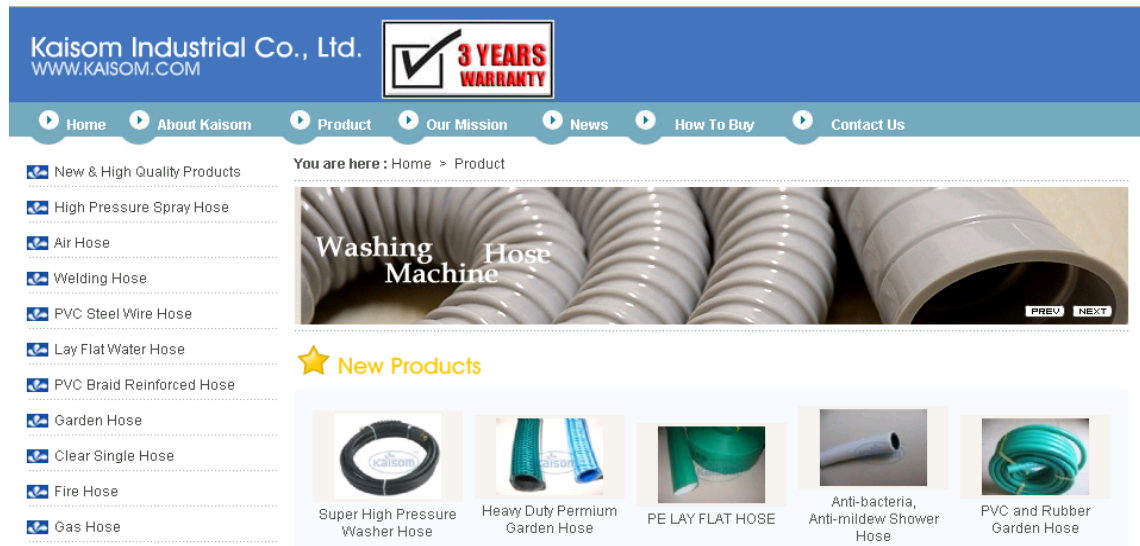
Ilustración 91. Página de internet de World Industries



Fuente: <http://www.worldindustries.es/>

Kaisom Industrial CO LTDA:

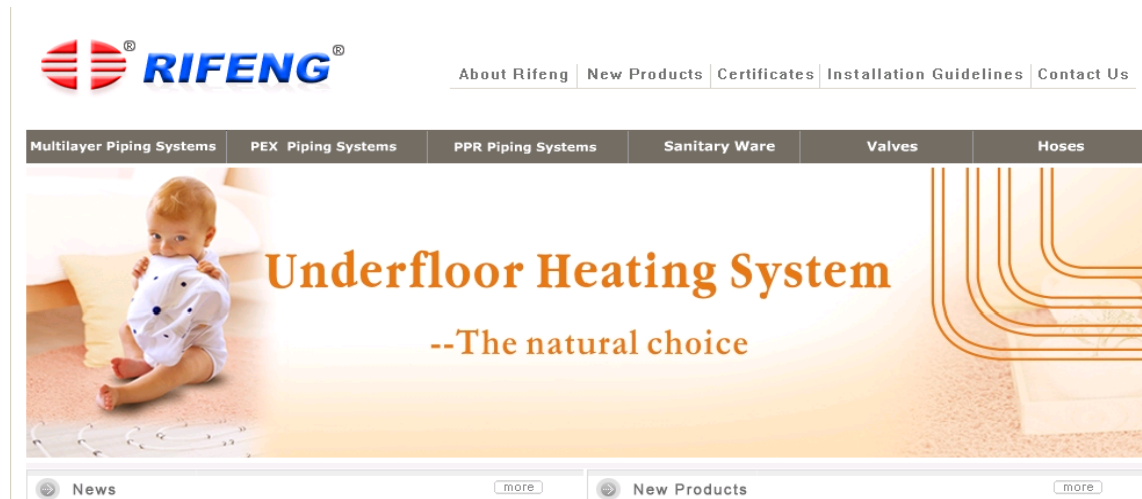
Ilustración 92. Página de internet de Kaisom Industrial Co Ltda



Fuente: http://www.kaisom.com/Product_en.asp

Rifeng Systems:

Ilustración 93. Página de internet de Rifeng Systems



Fuente: <http://www.rifeng.com/>

Ningbo Shanfeng Valve CO LTDA:

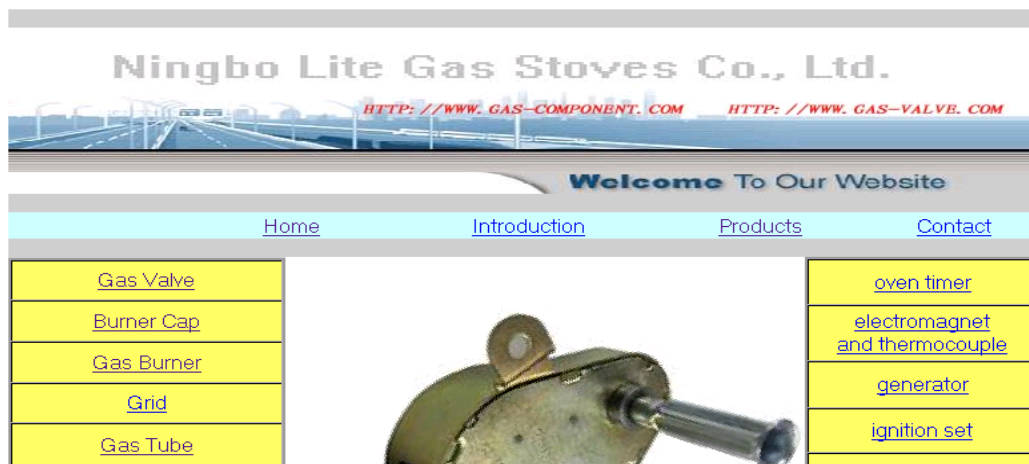
Ilustración 94. Página de internet de Ningbo Shanfeng Valve Co. Ltda.



Fuente: http://www.shanfengvalve.com/en/products.php?inv_sort=2732

Ningbo Lite Gas Stoves CO LTDA

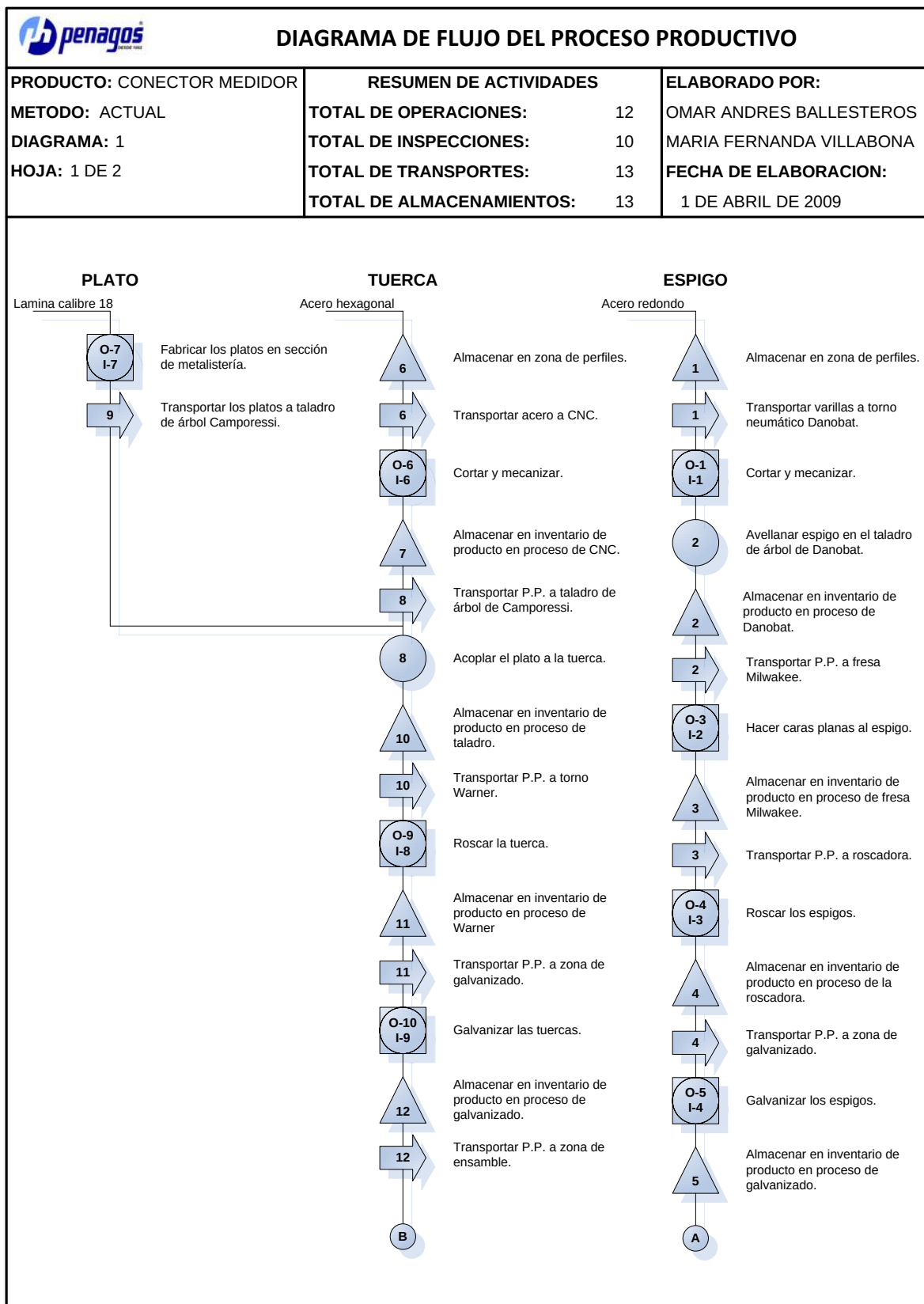
Ilustración 95. Página de internet de Ningbo Lite Gas Stoves Co. Ltda.

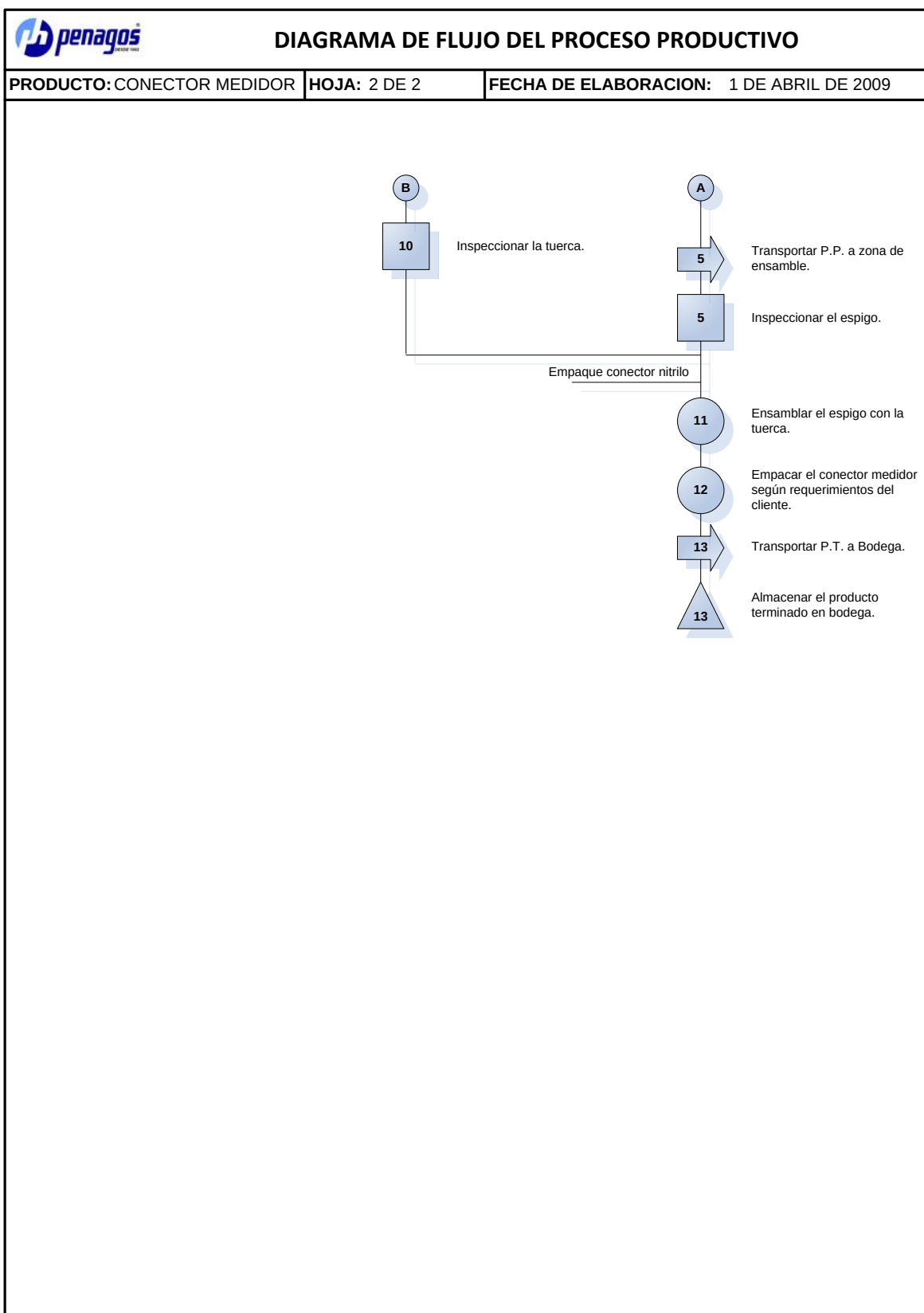


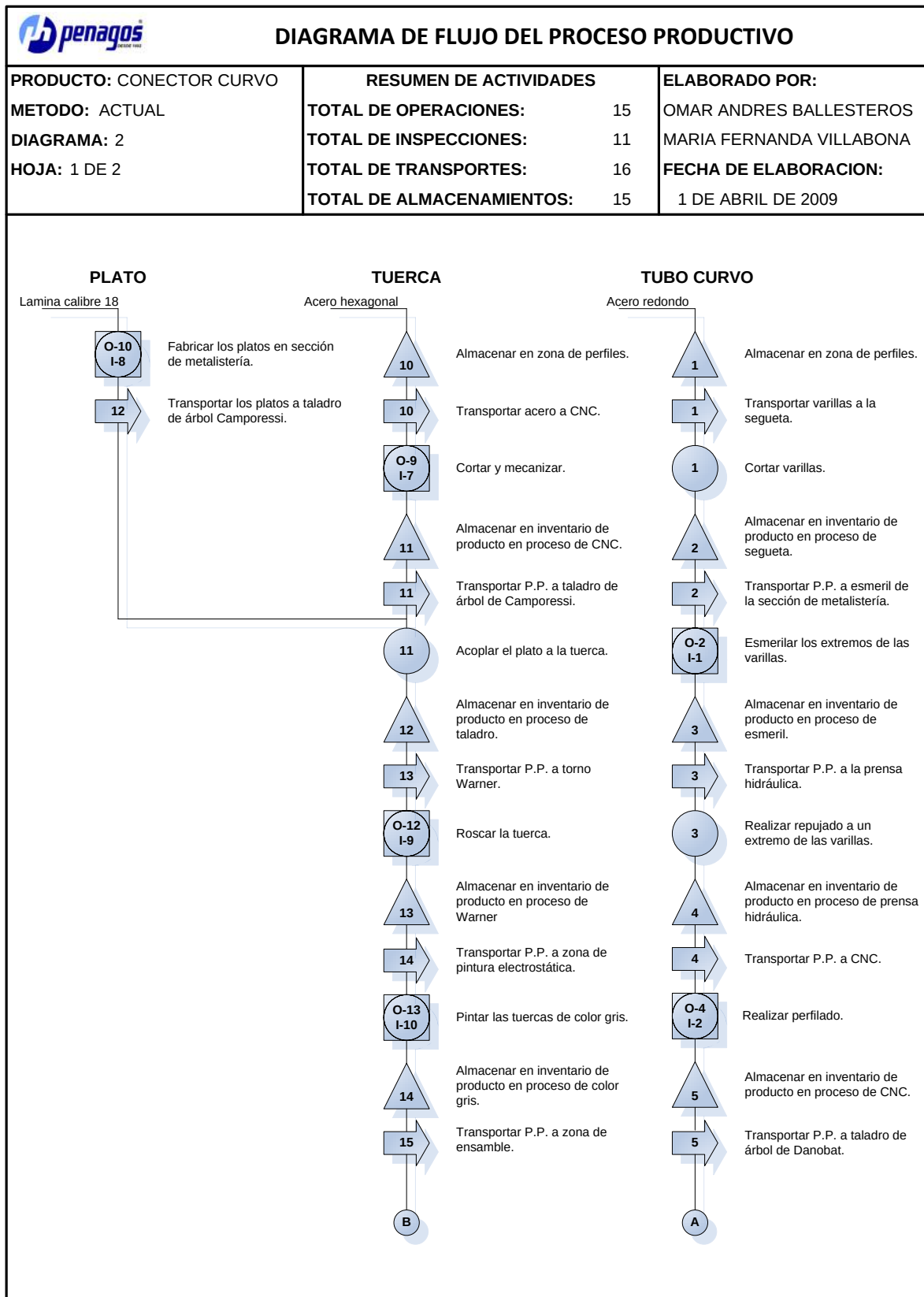
Fuente: <http://www.exportbureau.com/website.html?u=23978&url=www.gas-component.com>

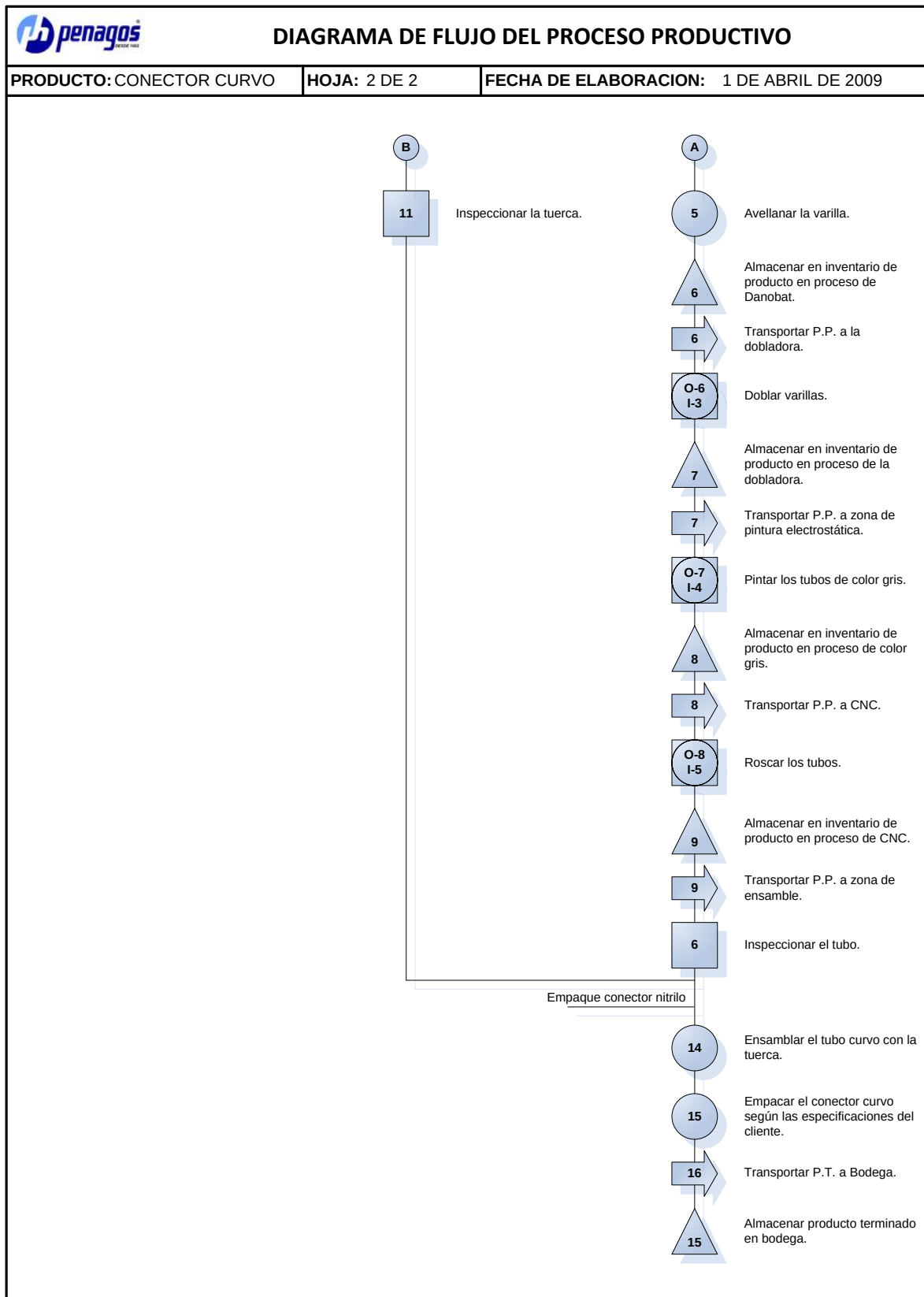
ANEXO 18

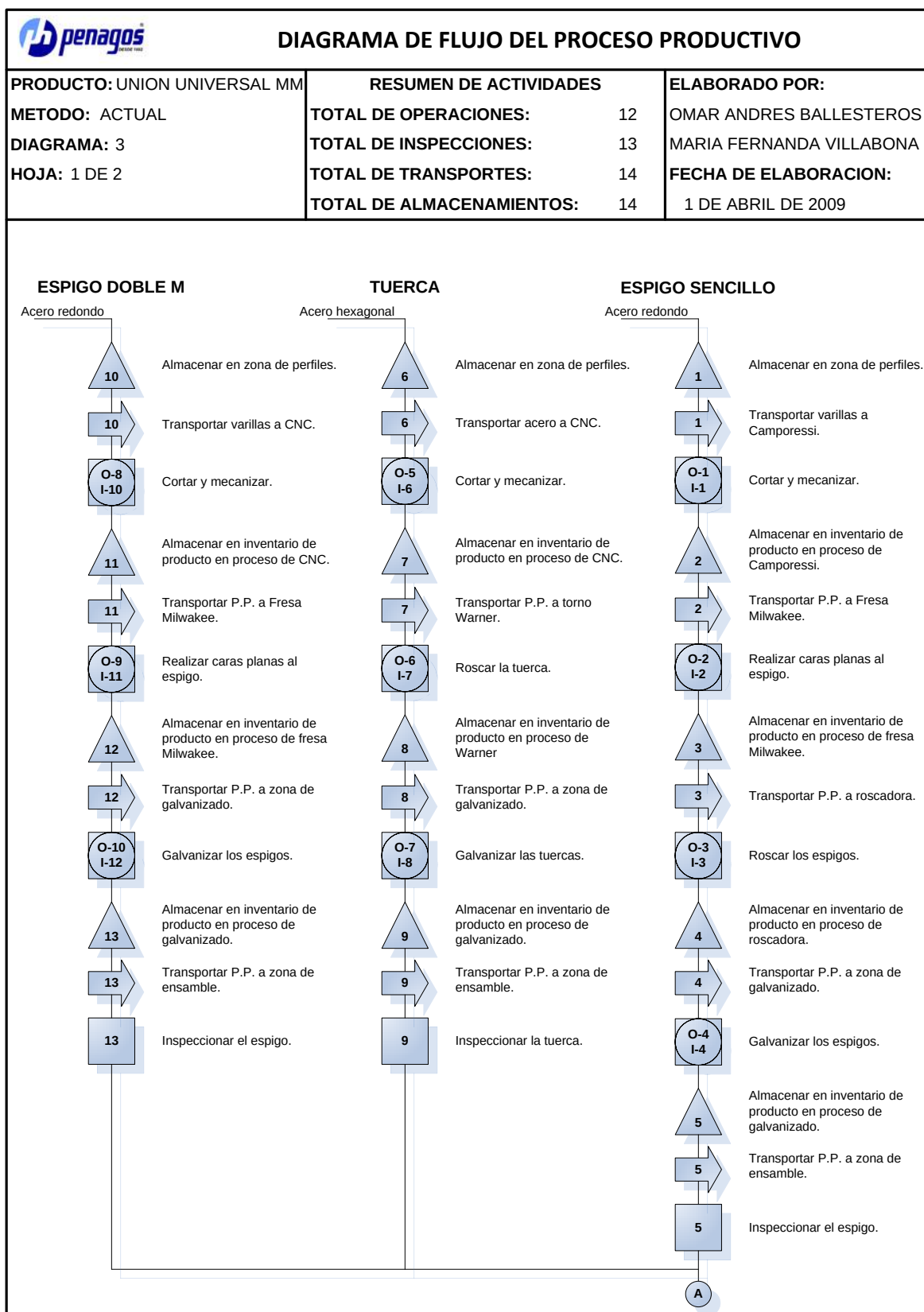
DIAGRAMAS DE FLUJO GENERALES LÍNEA DE GAS

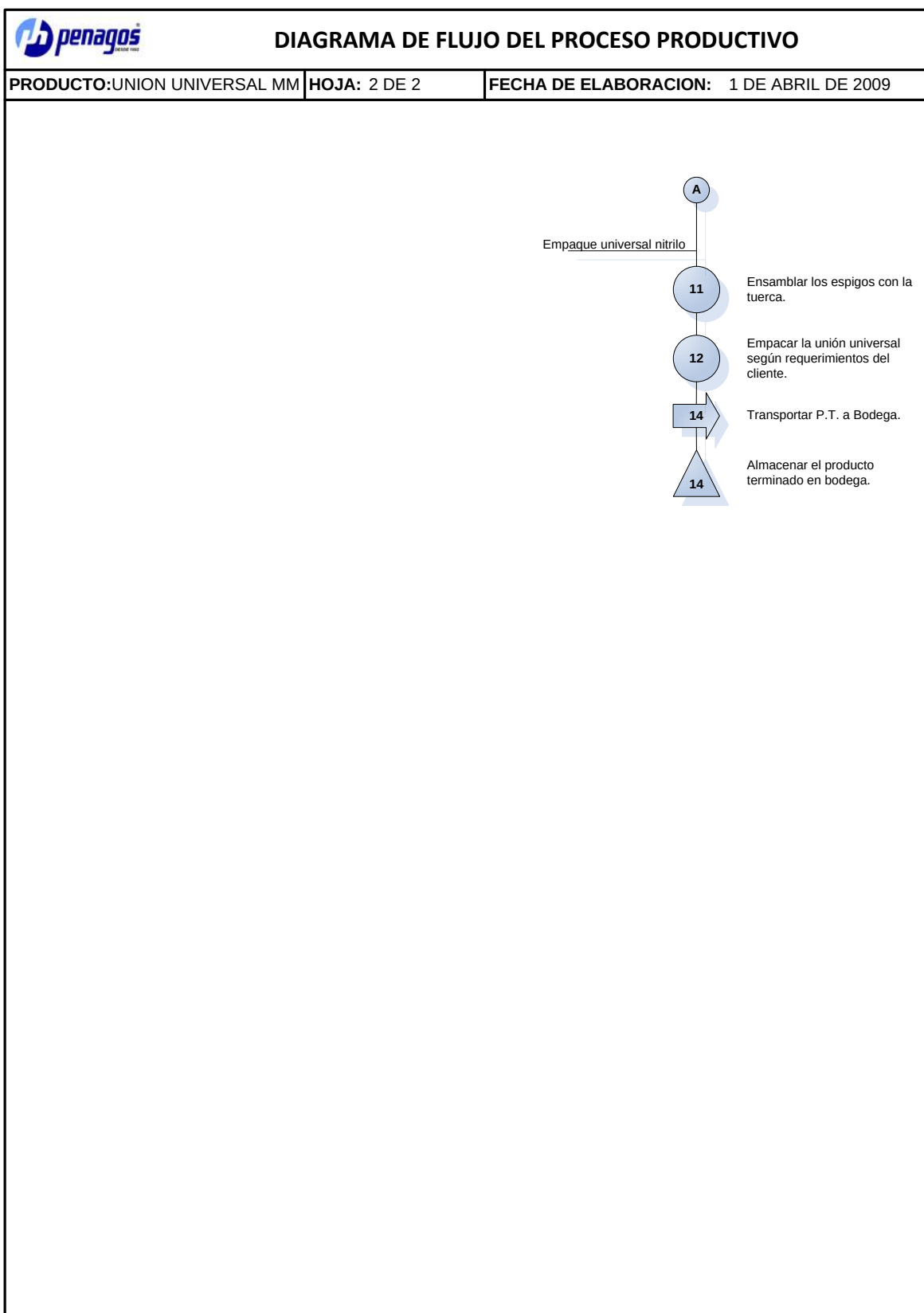


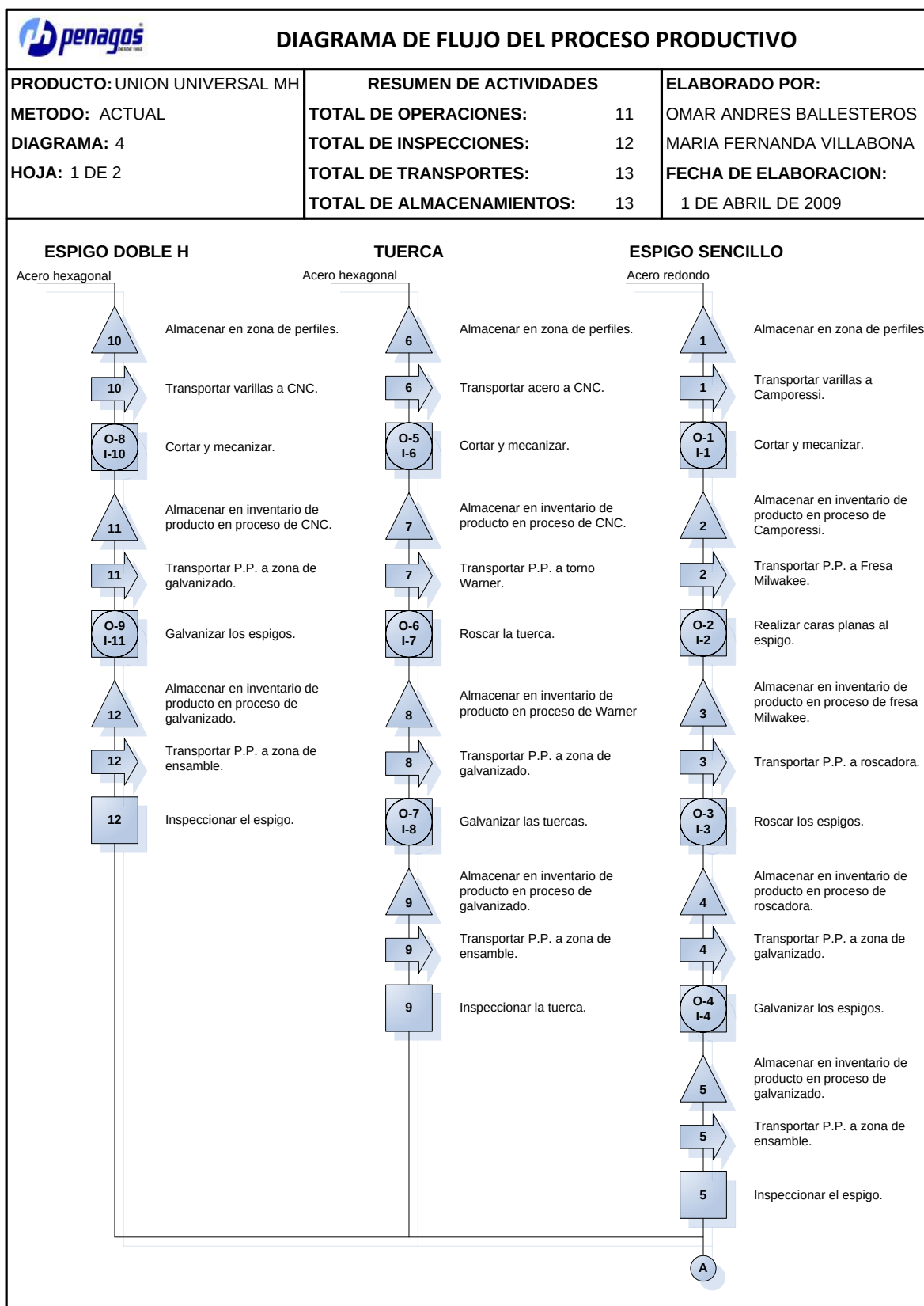


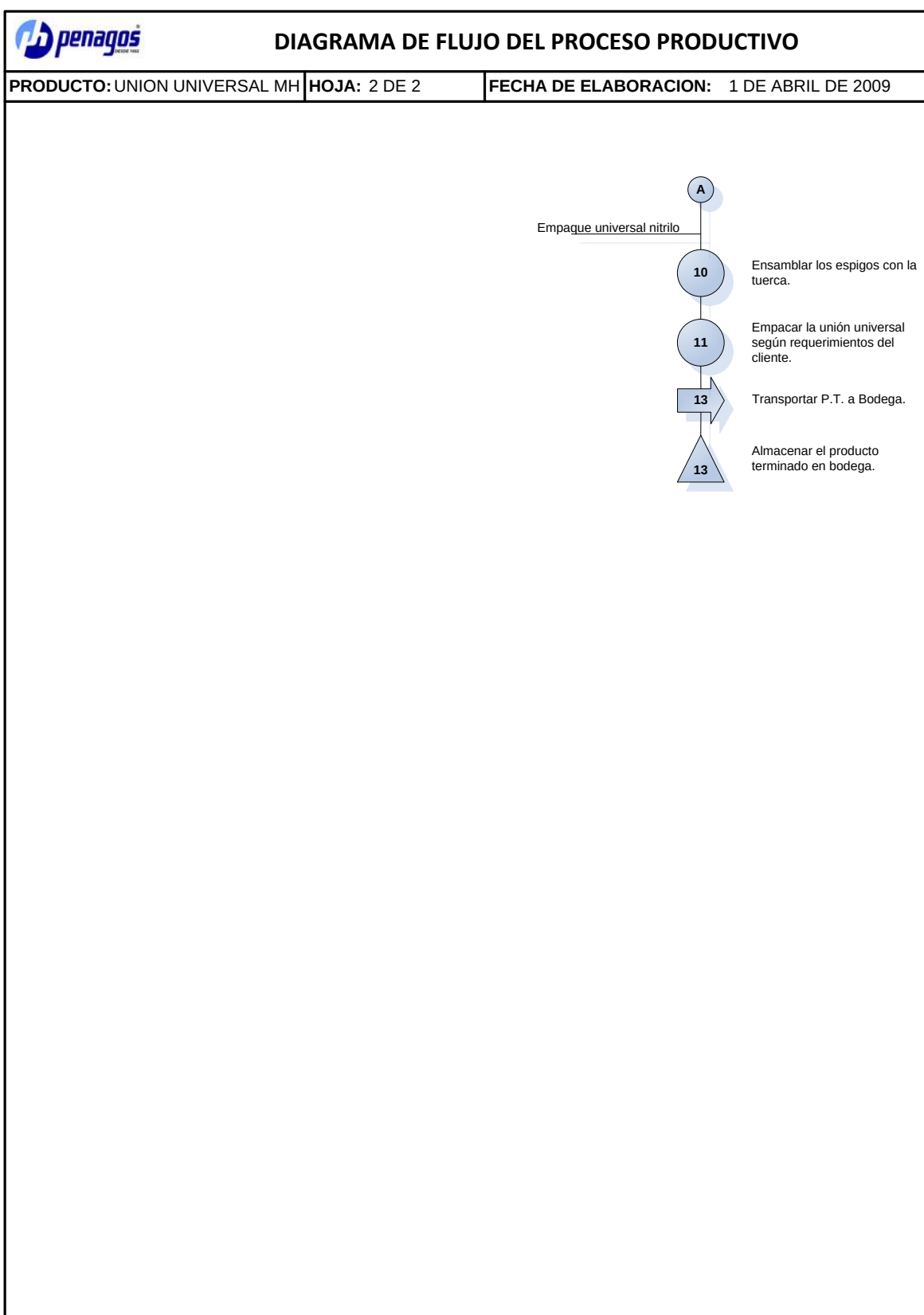


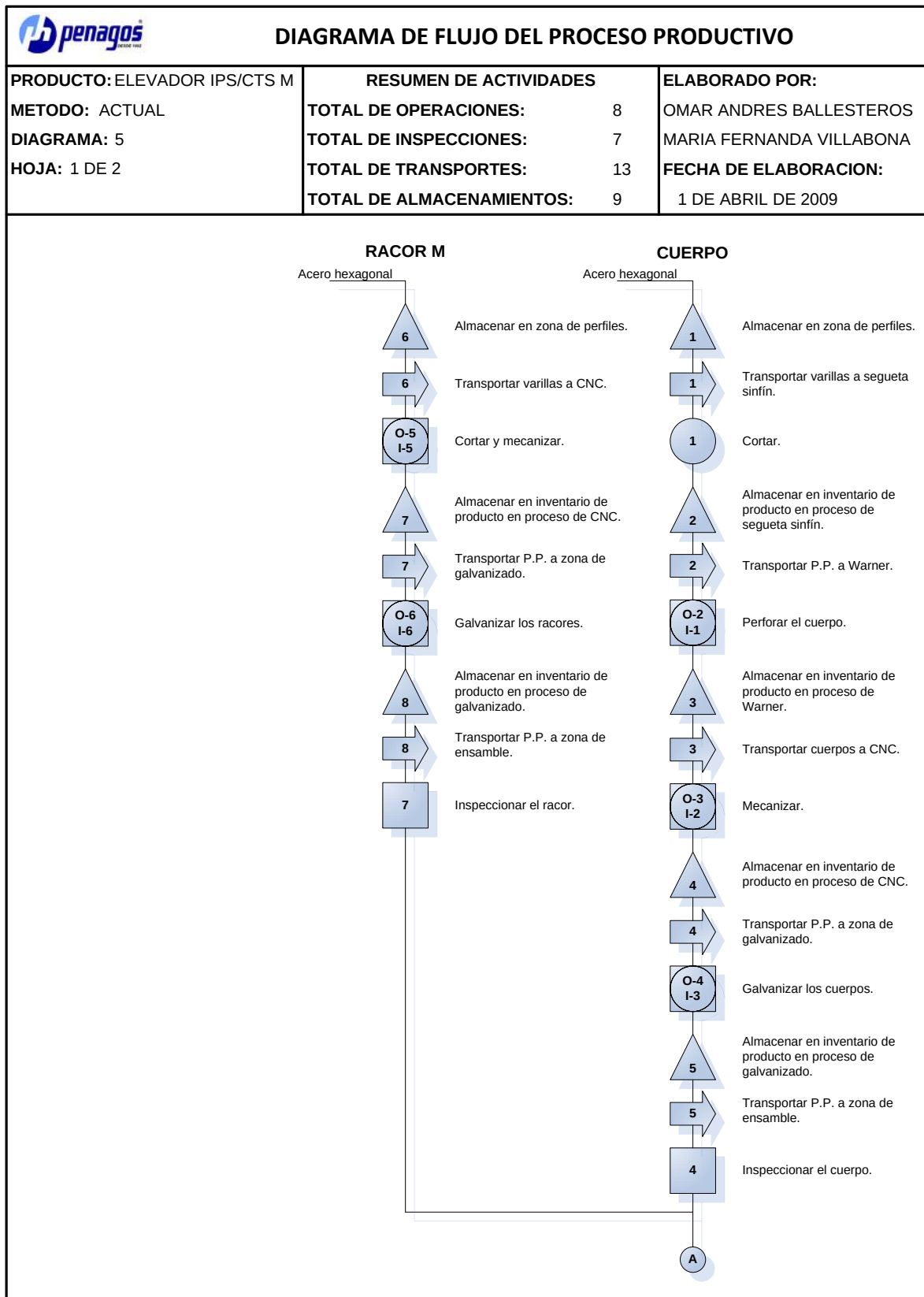


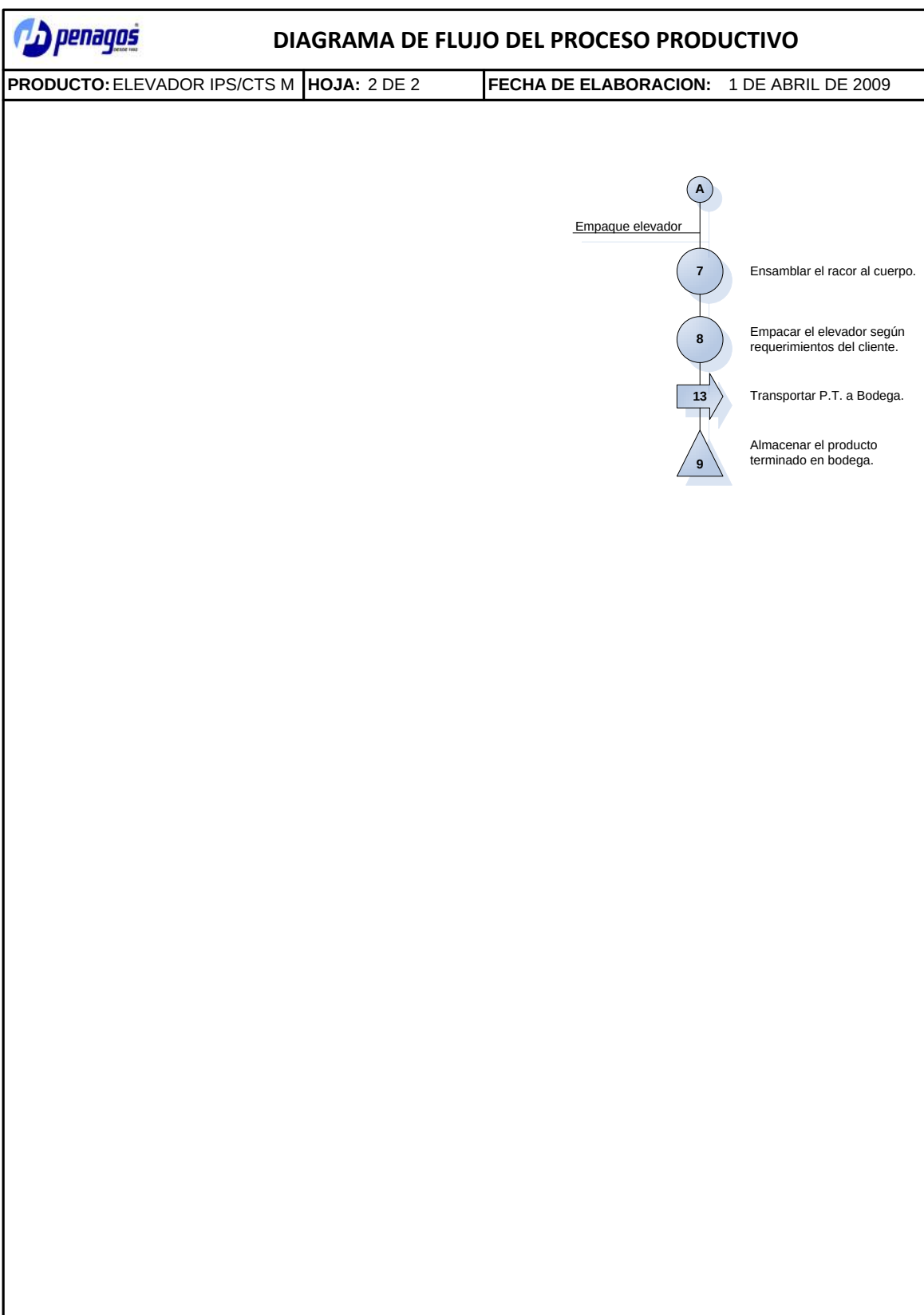


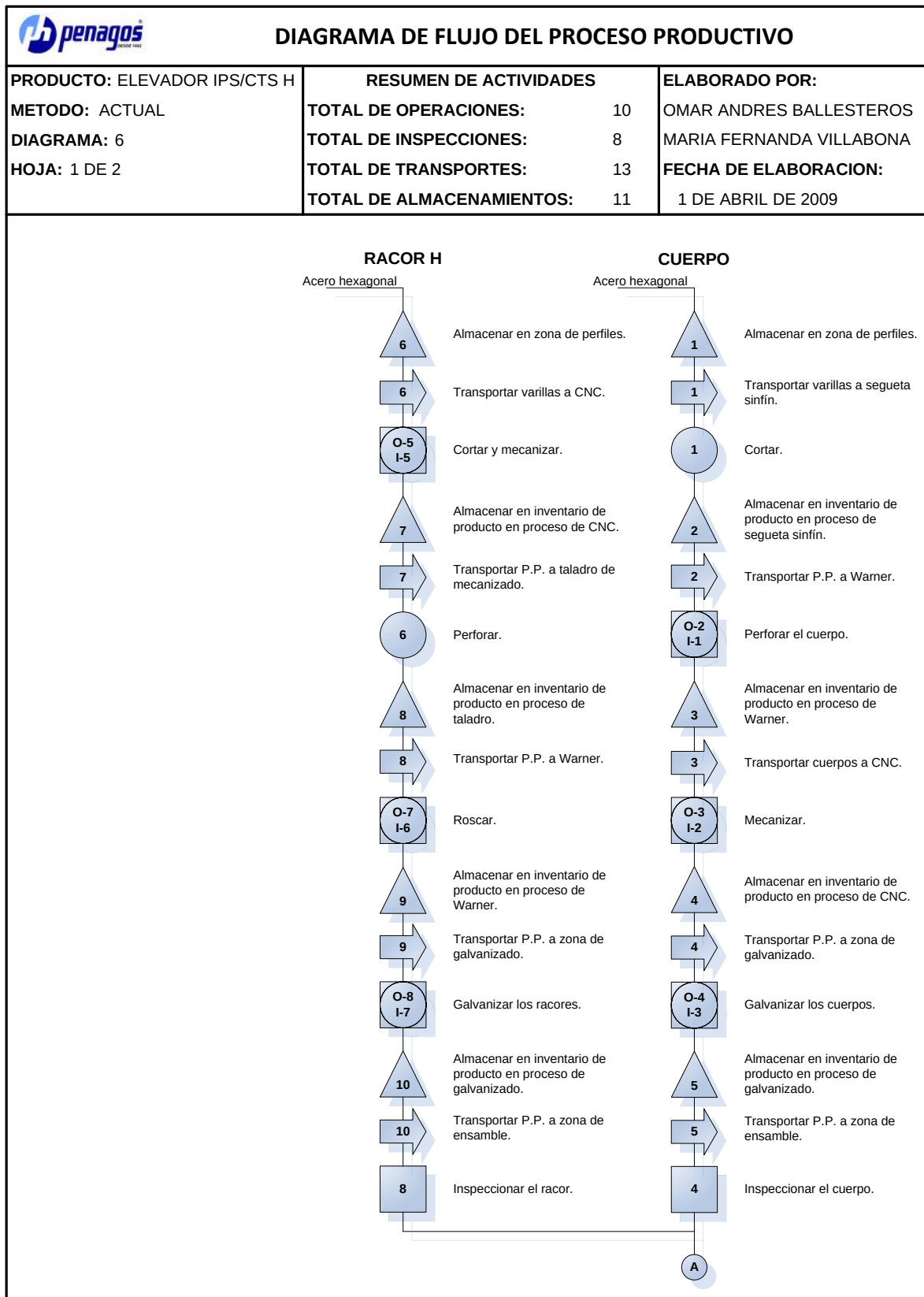


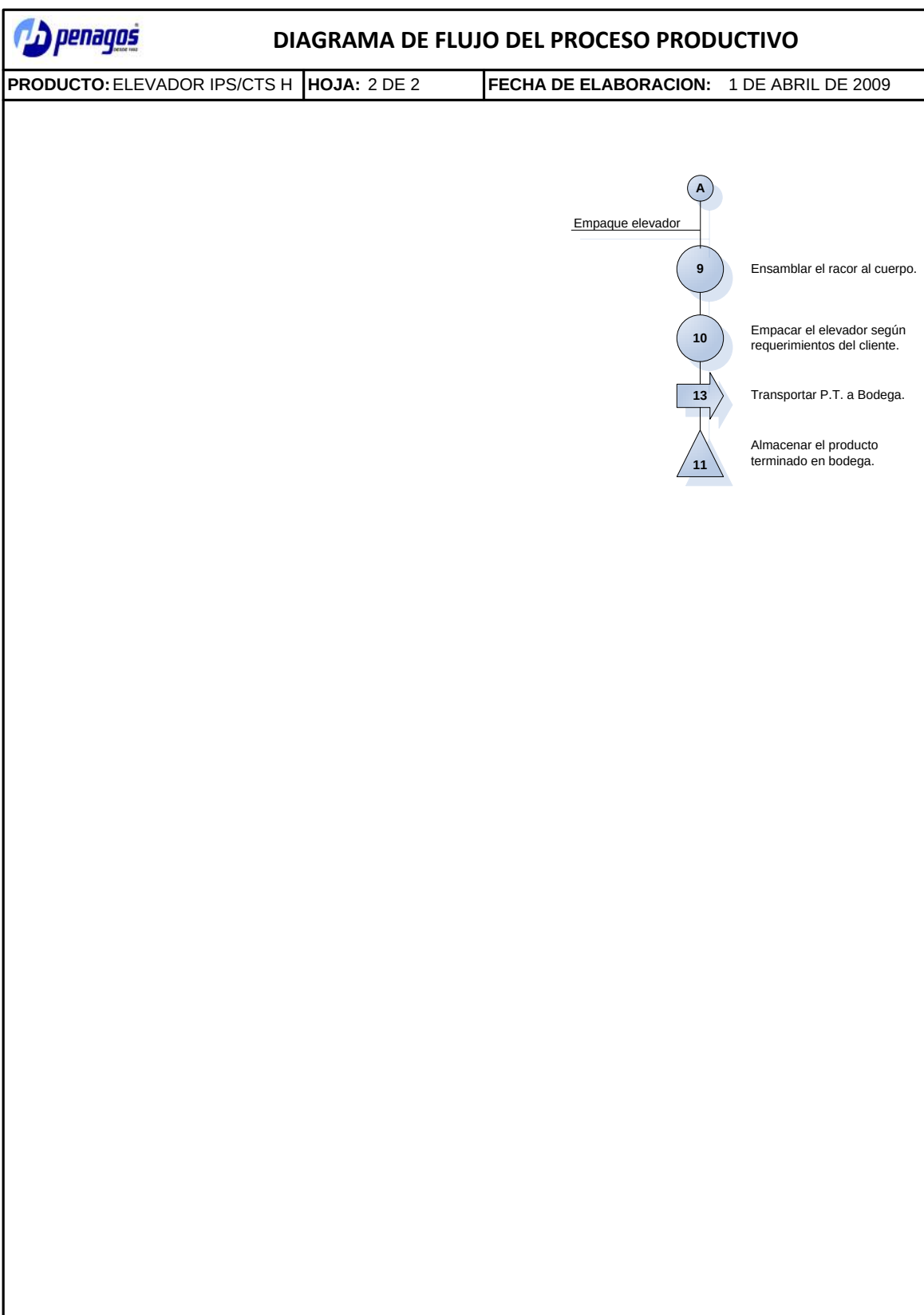


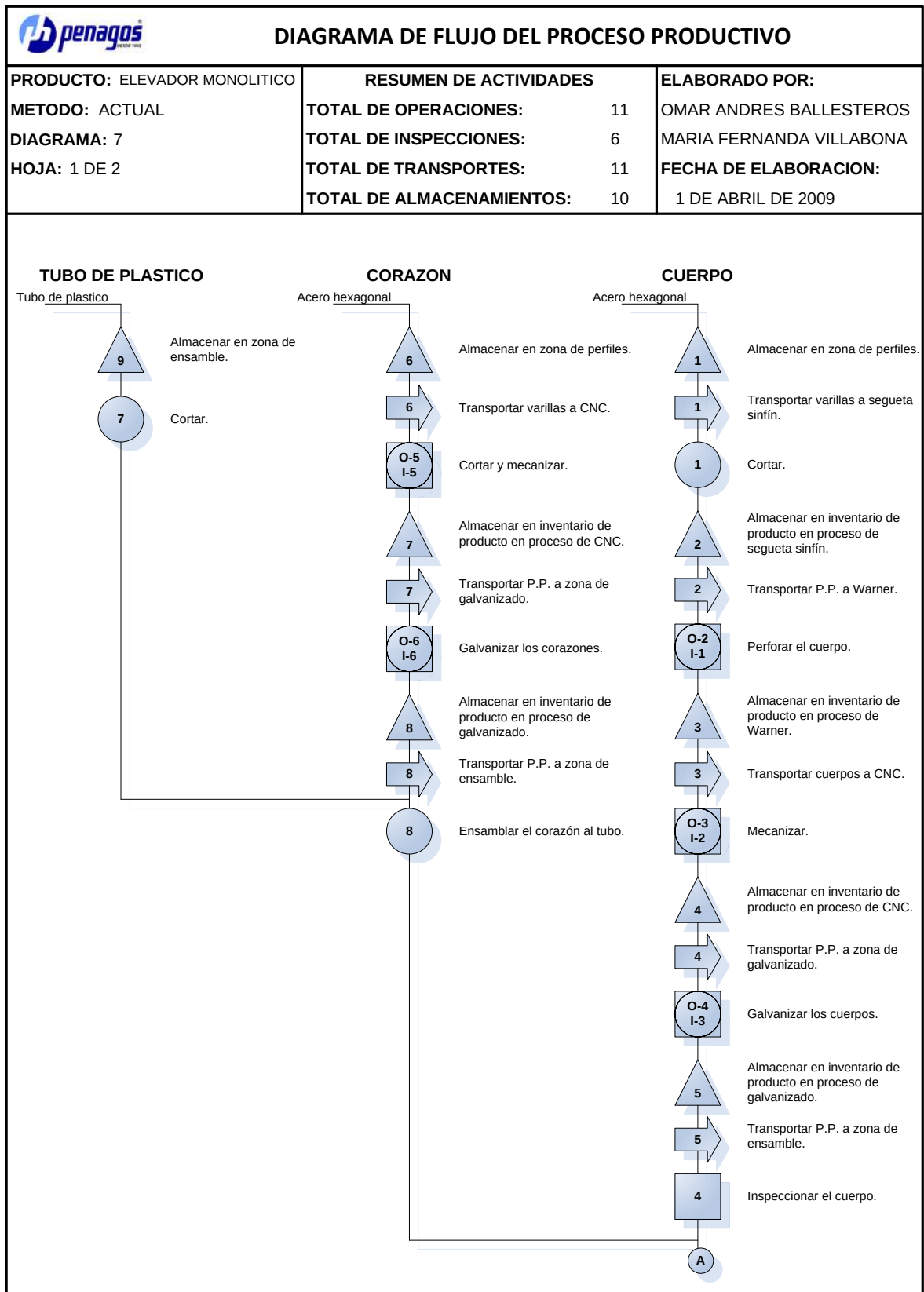


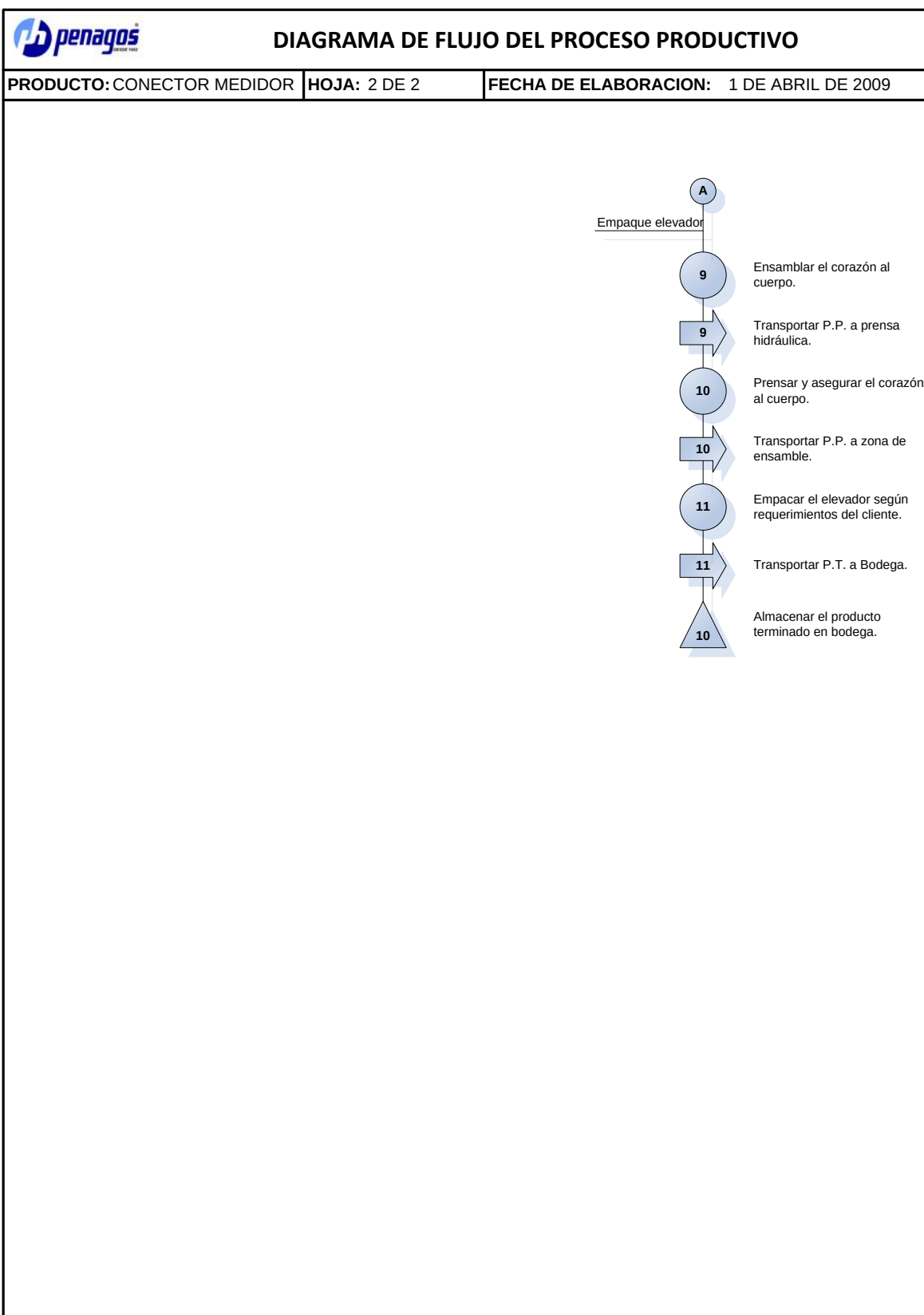






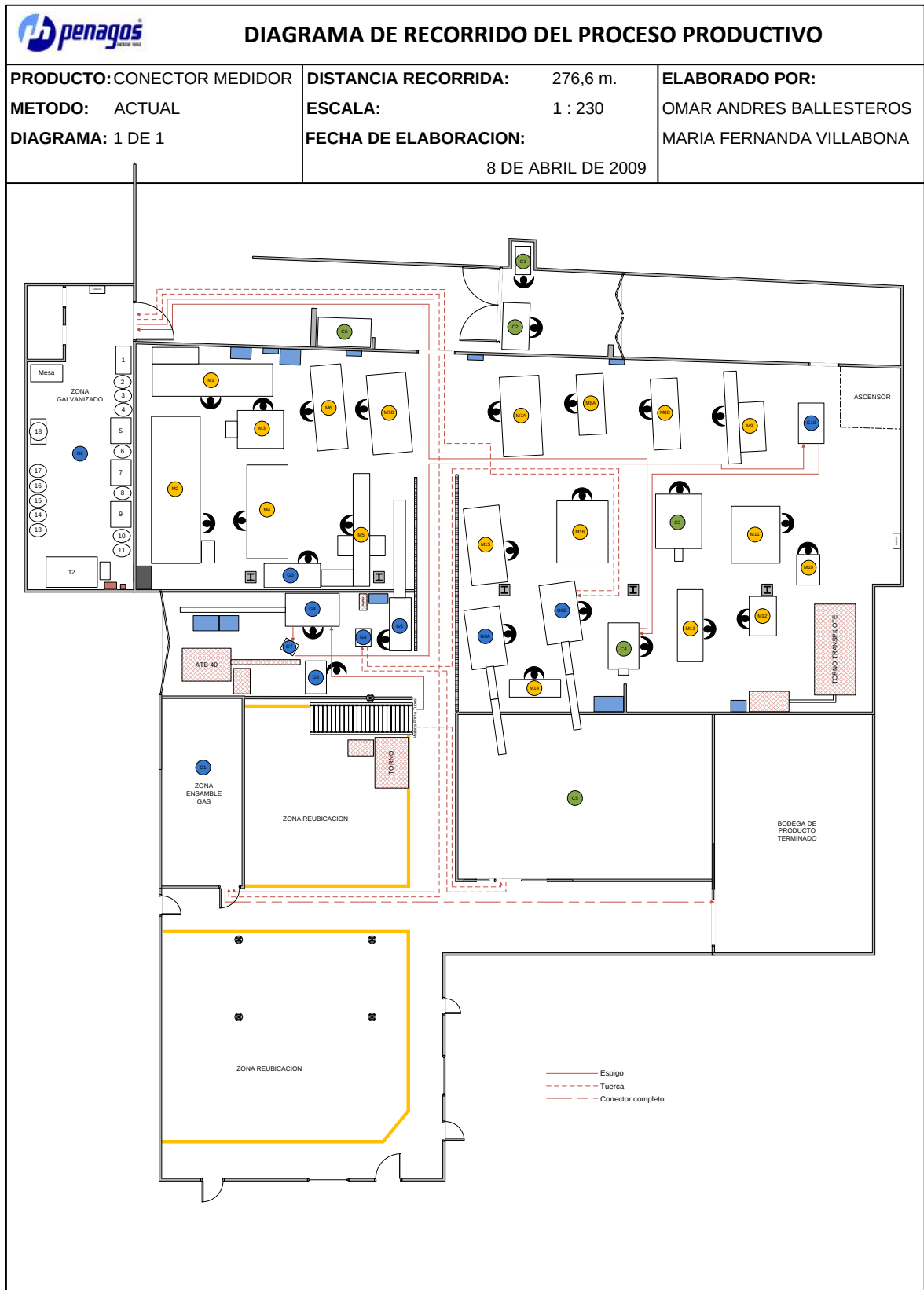


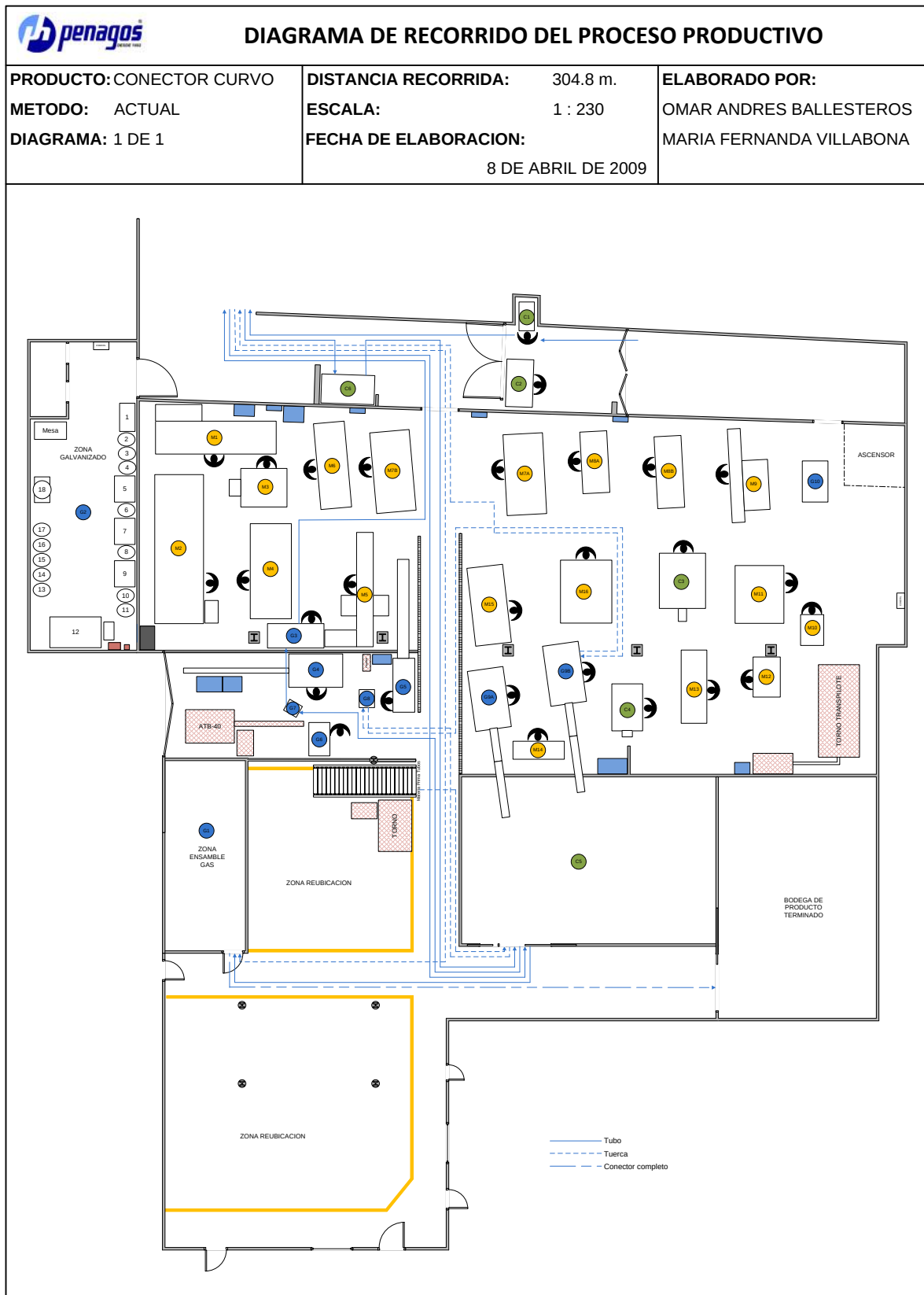


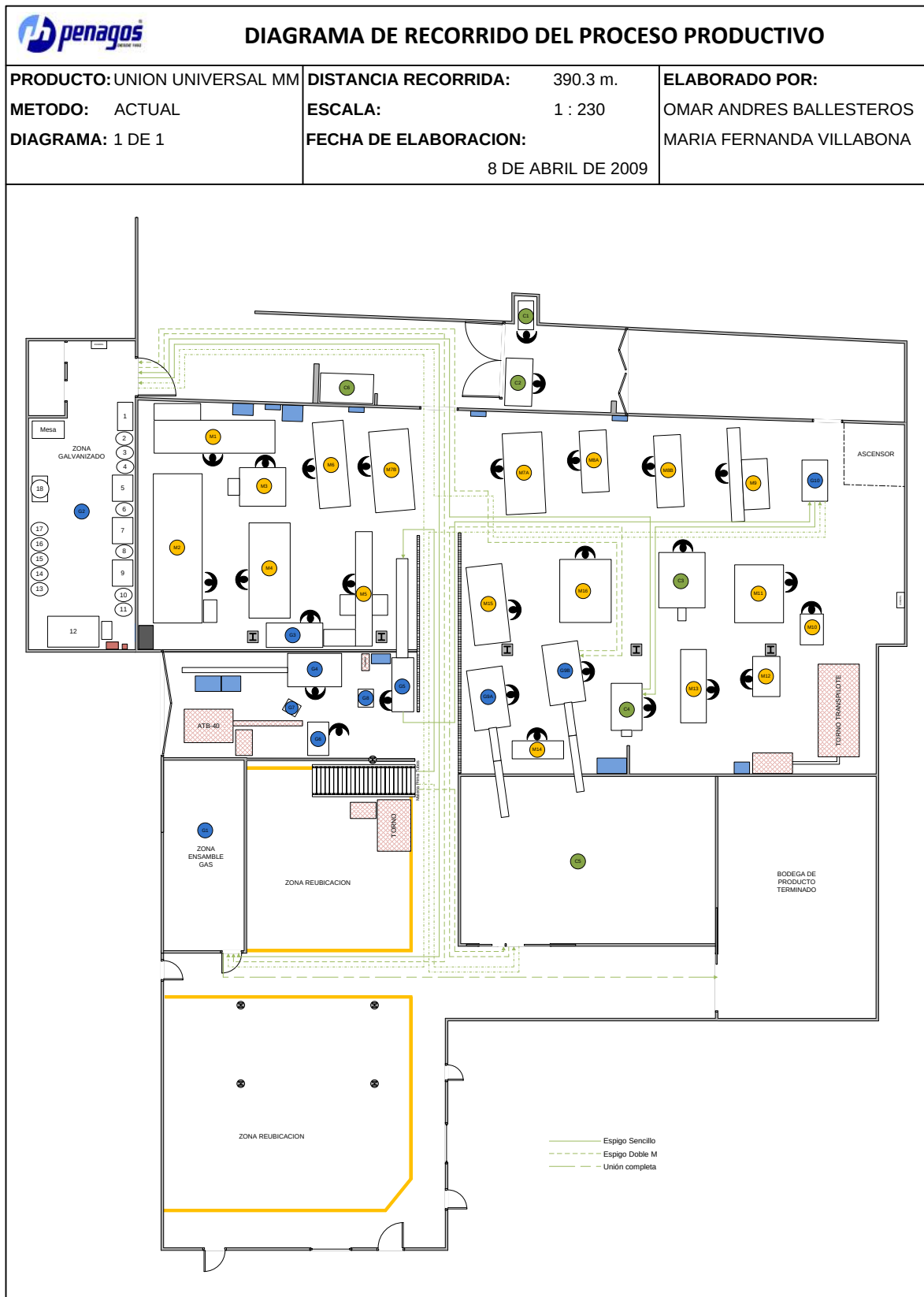


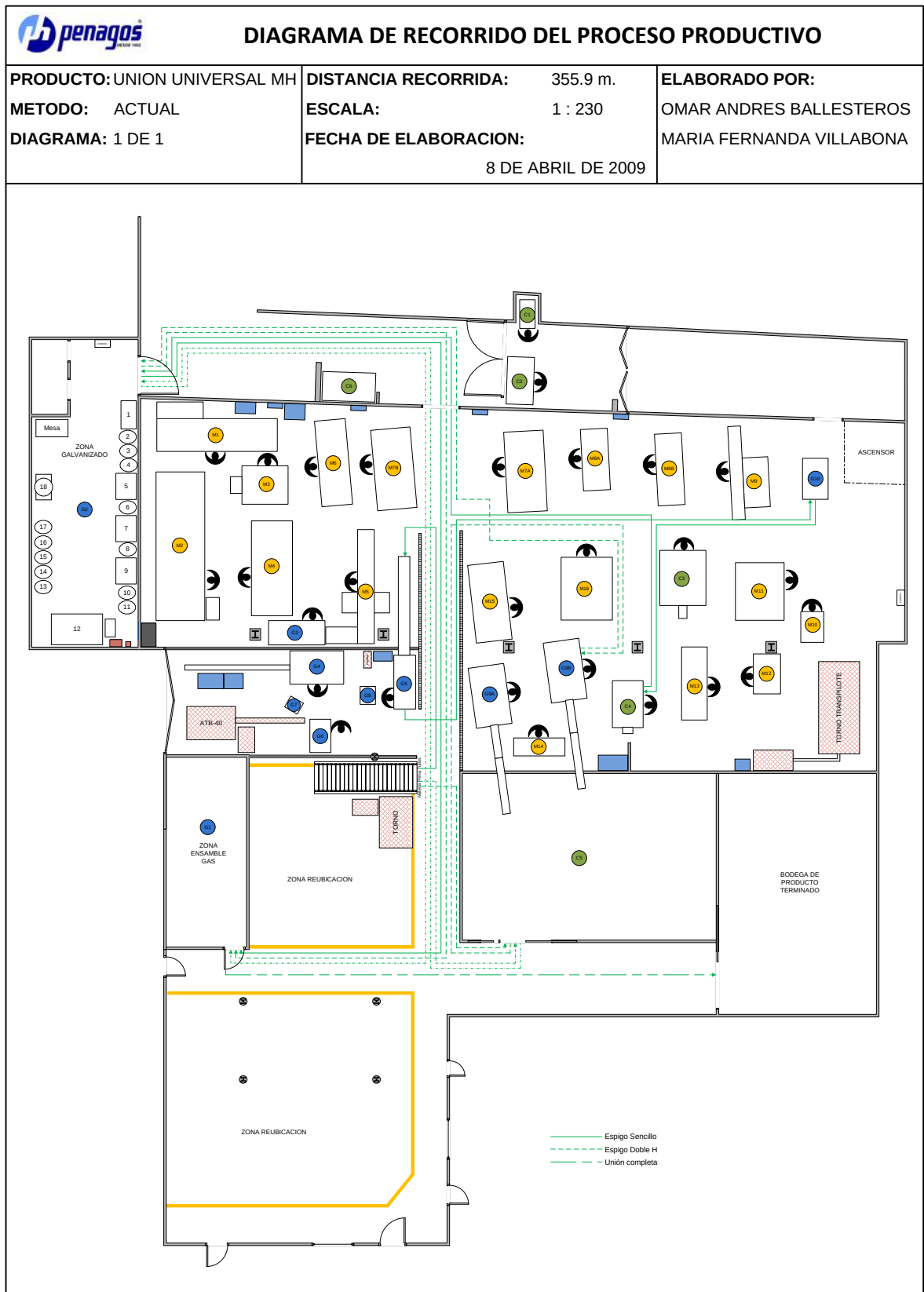
ANEXO 19

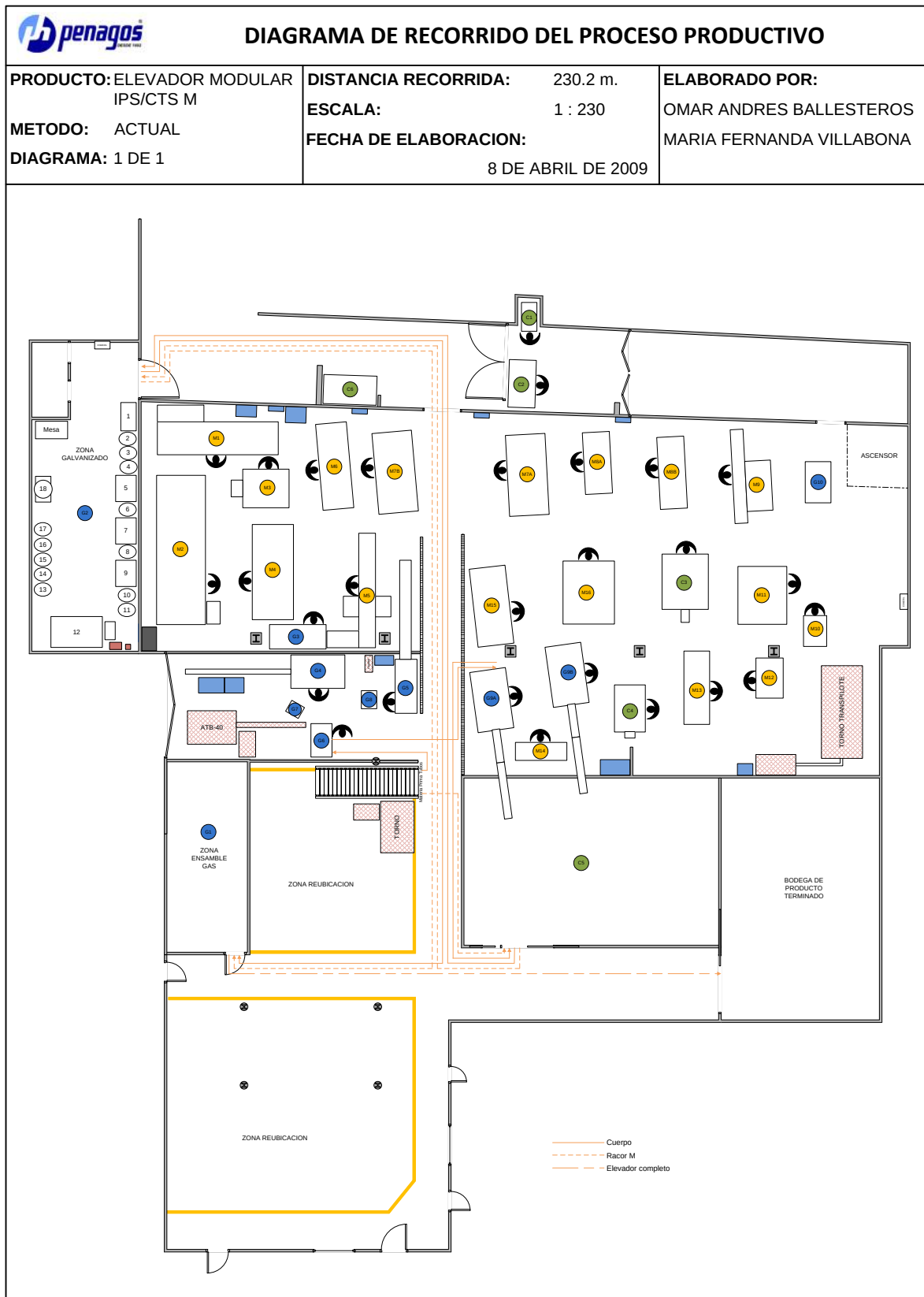
DIAGRAMAS DE RECORRIDO LÍNEA DE GAS

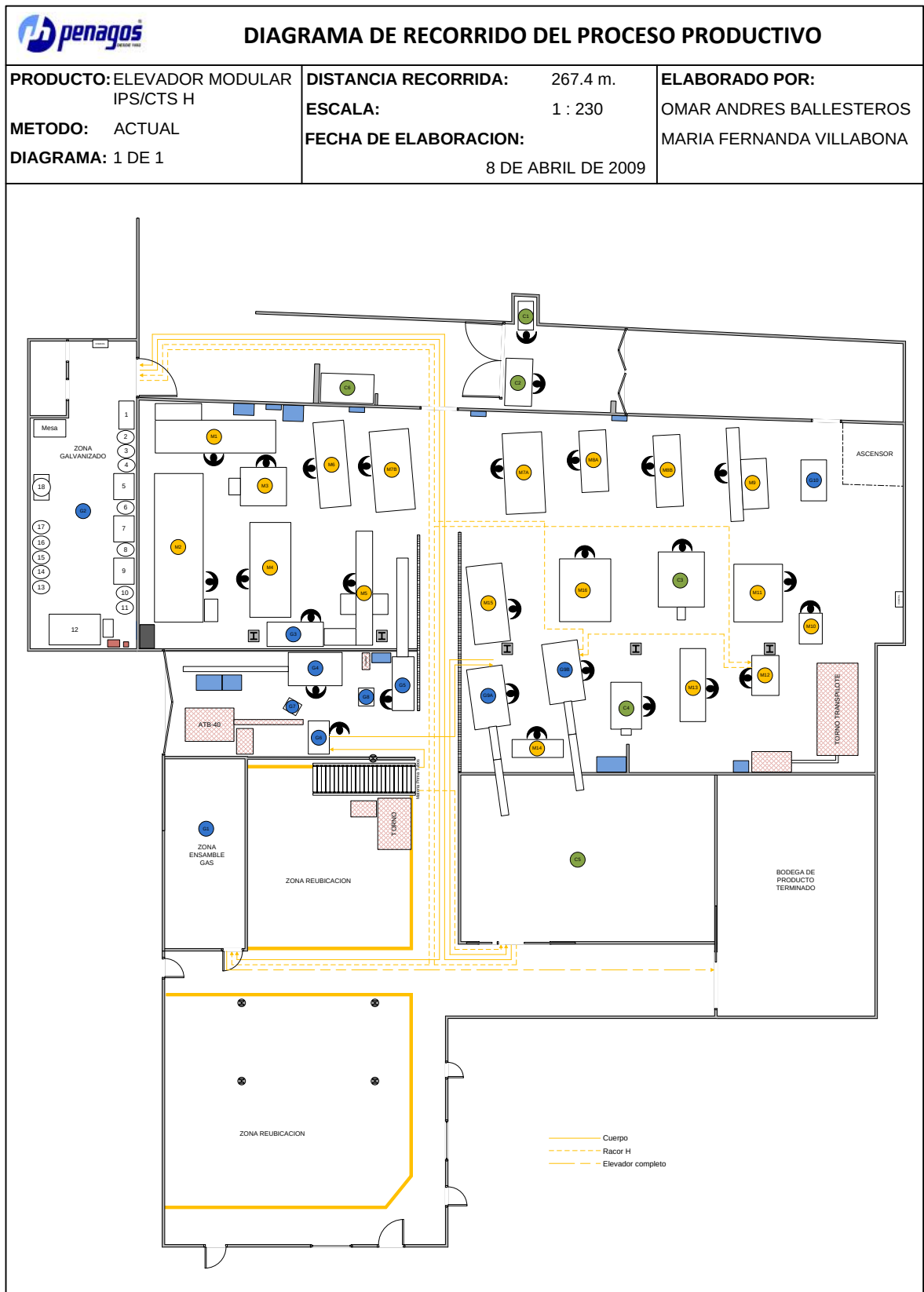


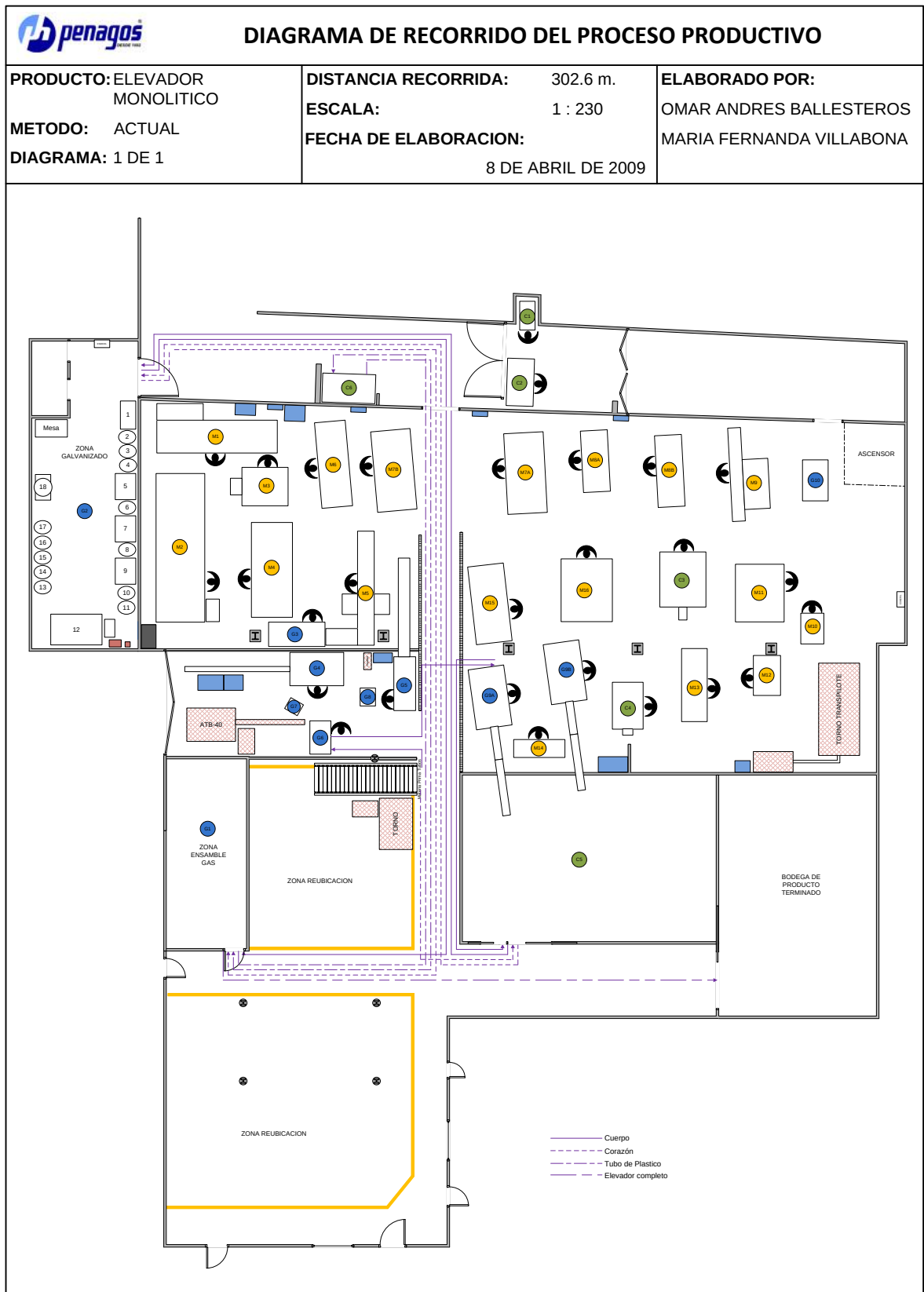












ANEXO 20

ESTUDIO DE TIEMPOS

A continuación se muestra los pasos del estudio de tiempos realizado y la respectiva información recolectada en la línea de gas de la empresa PENAGOS HERMANOS & CIA. LTDA.

El reconocimiento del proceso productivo de las diferentes referencias que componen la línea de gas, permitió en reconocer las semejanzas y similitudes que hay entre ciertas piezas de cada referencia, accediendo a una toma de tiempos más simplificada y de menor tamaño.

El estudio de tiempos se realiza por medio de la técnica de toma de tiempos por cronometro, comenzado con una premuestra de 10 tiempos por referencia, para consecutivamente calcular el tamaño de la muestra óptimo a través de la siguiente ecuación⁷²:

$$N = \frac{\left(S * t_{\alpha/2, n-1} \right)^2}{e^2}$$

Donde:

S = Es el valor correspondiente a la desviación estándar de la premuestra.

t = Es valor obtenido en la tabla para la distrución t – student al nivel α .

α = Es el valor del nivel de confianza fijado.

n = Es el valor de la premuestra.

e = Representa el margen de error deseado expresado en unidades de tiempo.

El error estimado se encuentra entre el 1% y 5% con respecto a la media encontrada y un nivel de confianza del 95%.

⁷² ORTIZ, Néstor, Análisis y mejoramiento de los procesos, Escuela de estudios industriales y empresariales, Bucaramanga, 1999. Pág. 152.

En el proceso la premuestra se identificaron los elementos, el tiempo de ciclo y las unidades resultantes por ciclo. Las premuestras obtenidas permitieron encontrar algunos procesos para los cuales el tiempo promedio y la desviación de los tiempos con respecto a la media eran aproximadamente iguales por lo que se decidió realizar una sola muestra.

Durante la toma de la muestra, se tuvo especial cuidado en el momento de tomar los tiempos, de tal manera que los operarios no tuvieran conciencia de ello, esto con el fin de evitar la presión por ser evaluado o que le bajaran el precio a la unidad procesada por el hecho de poder descubrir posibles rendimientos superiores a los establecidos por ellos mismos.

Terminada la toma de tiempos, se procedió a valorar el tiempo por medio de la escala porcentual⁷³ obteniendo el tiempo normalizado a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo Normalizado} = \text{Valoracion} * \text{Tiempo Observado}$$

A continuación se procede a calcular el tiempo asignado a través de la fijación de los suplementos por descanso y necesidades personales a cada uno de los procesos, con base en la tabla 20-1, y a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo Asignado} = \text{Tiempo Normalizado} * (1 + \% \text{ Suplementos})$$

Tabla 20-1. Suplementos por descanso y necesidades personales

	HOMBRES	MUJERES
1. Suplementos constantes		
Suplementos por necesidades personales	5	7
Suplementos base por fatiga	4	4
2. Suplementos variables		
Suplementos por trabajar de pie	2	4
Suplementos por postura anormal		
- Ligeramente incomoda	0	1

⁷³ Ibíd. Pág. 146. Si el ritmo es lento se asigna un valor menor a 100, si el ritmo es normal se asigna un valor igual a 100 y si el ritmo es rápido se asigna un valor mayor a 100.

- Incomoda (inclinado)	2	3
- Muy Incomoda (echado, estirado)	7	7
Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar) Peso levantado por kilogramo		
- 2.5	0	1
- 5	1	2
- 7.5	2	3
- 10	3	4
- 12.5	4	6
- 15	5	8
- 17.5	7	10
- 20	9	13
- 22.5	11	16
- 25	13	20
- 30	17	-
- 33.5	22	-
Mala iluminación		
- Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0
- Bastante por debajo	2	2
- Absolutamente insuficiente	5	5
Condiciones atmosféricas (calor y humedad). Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo - Suplemento Kata (mcal/cm ² /s)		
- 16	0	0
- 14	0	0
- 12	0	0
- 10	3	3
- 8	10	10
- 6	21	21
- 5	31	31
- 4	45	45
- 3	64	64
- 2	100	100
Concentración intensa		
- Trabajos de cierta precisión	0	0
- Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
- Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Ruido		
- Continuo	0	0
- Intermitente y fuerte	2	2
- Intermitente y muy fuerte	5	5
- Estridente y fuerte	5	5
Tensión mental		
- Proceso bastante complejo	1	1
- Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
- Muy complejo	8	8
Monotonía		
- Trabajo algo monótono	0	0
- Trabajo bastante monótono	1	1
- Trabajo muy monótono	4	4
Tedio		
- Trabajo algo aburrido	0	0
- Trabajo aburrido	2	1
- Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: <http://www.leon.uia.mx/SA-II/util/suple.doc>

Por último se debe asignar un suplemento de contingencia, esto debido a que durante la jornada laboral ocurren eventos de manera esporádica que ocasionan retrasos en la programación de la producción, como los son los paros presentados

por daños en la maquinaria, calibración en la maquinaria por piezas defectuosas, por ausencia de flujo eléctrico, entre otras situaciones. Para calcular este porcentaje se realizó un análisis de los paros reales ocurridos en el primer trimestre del año 2009, obtenidos por medio de los reportes de actividades diarias que los realiza cada operario durante el transcurso de la jornada laboral, de esta información se selecciono el tiempo total de paradas en cada máquina y se procedió al cálculo de porcentaje según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Contingencia} = \frac{\text{Tiempo total de paradas}}{\text{Tiempo total nominal de trabajo}}$$

De esta manera se obtuvieron porcentajes de contingencia comprendidos entre el 1% y 5% para las maquinas. Con estos porcentajes se procede hallar el tiempo tipo del proceso de la siguiente manera:

$$\text{Tiempo Tipo} = \frac{\text{Tiempo Asignado}}{(1 - \% \text{ Contingencia})}$$

A continuación se enumera cada proceso y/o maquina de la línea de gas y en cada una de ellas se mostraran las tablas de premuestra, muestra, suplementos asignado y resumen de tiempos.

1. Torno Danobat

Referencias: Espigo – CMP 1/2" - CM 1/2" - CC 1/2"

Tabla 20-2. Premuestra Espigo CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP1/2			MÁQUINA: Danobat	
	PROCESO: Elaboración de Espigo			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	31.05	26.46	31.68	29.95	32.46
	27.87	32.75	29.47	32.18	29.39
MEDIA	30.326				
DESVIACIÓN	2.080401671				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60652				

Fuente: Autores

Tabla 20-3. Premuestra Espigo CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM1/2			MÁQUINA: Danobat	
	PROCESO: Elaboración de Espigo			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	31.07	29.87	32.53	29.48	32.65
	26.43	31.52	29.26	32.20	27.77
MEDIA	30.278				
DESVIACIÓN	2.094929328				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60556				

Fuente: Autores

Tabla 20-4. Premuestra Espigo CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC1/2			MÁQUINA: Danobat	
	PROCESO: Elaboración de Espigo			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	28.65	29.65	27.89	29.76	31.27
	32.89	32.57	32.54	31.21	26.76
MEDIA	30.319				
DESVIACIÓN	2.119231779				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60638				

Fuente: Autores

N ≈ 61

Tabla 20-5. Muestra Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

PROCESO: Elaboración de Espigo			MÁQUINA: Danobat	
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 18/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMALIZADO
1	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	100%	37.46	37.5
2	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	33.03	36.3
3	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve	100%	37.06	37.1

	entrar la varilla al Danobat			
4	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	33.33	36.7
5	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	95%	37.01	35.2
6	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	33.20	34.9
7	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	35.69	37.5
8	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	33.63	37.0
9	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	34.18	35.9
10	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	32.23	35.5
11	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	135%	27.45	37.1
12	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.37	37.2
13	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	30.55	38.2
14	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	31.31	39.1
15	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	30.52	36.6
16	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.36	37.2
17	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	32.01	38.4
18	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.46	37.8
19	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.51	37.8
20	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.81	37.7
21	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.55	37.9
22	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	32.32	38.8
23	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	32.99	36.3
24	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.51	37.8
25	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	35.30	38.8
26	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	135%	28.00	37.8
27	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.21	37.0
28	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.64	37.5
29	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	100%	37.79	37.8
30	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.96	37.9
31	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	34.13	37.5
32	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	30.57	38.2
33	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	30.54	38.2
34	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	34.92	36.7

35	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.30	37.6
36	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	33.61	37.0
37	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.11	36.9
38	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	33.38	38.4
39	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	35.55	37.3
40	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	29.31	35.2
41	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	30.56	38.2
42	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	30.92	38.7
43	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	29.45	35.3
44	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	31.74	38.1
45	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.80	37.7
46	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.81	37.7
47	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	31.75	36.5
48	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	35.35	37.1
49	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.00	36.8
50	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	32.04	36.8
51	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	100%	35.81	35.8
52	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	110%	32.33	35.6
53	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	100%	36.06	36.1
54	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	115%	31.41	36.1
55	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	100%	37.76	37.8
56	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	35.57	37.3
57	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	105%	35.95	37.7
58	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	125%	28.32	35.4
59	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	120%	29.32	35.2
60	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	135%	27.78	37.5
61	Desde que entra varilla a la Danobat hasta que vuelve entrar la varilla al Danobat	135%	27.89	37.7
			PROMEDIO	37.2
A	Desde que para la maquina, va y trae la varilla, la introduce, puesta a punto y pone a funcionar la máquina. (55 Unidades)	85%	78.51	66.73
A	Desde que para la maquina, va y trae la varilla, la introduce, puesta a punto y pone a funcionar la máquina. (55 Unidades)	70%	95.93	67.15
			PROMEDIO	66.9

Fuente: Autores

Tabla 20-6. Suplementos asignados Torno Danobat

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18
A	9	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-7. Resumen de tiempos Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

Tiempo Ciclo	38.37
Tiempo Asignado	45.23
Tiempo Tipo	46.63

Fuente: Autores

2. Taladro de árbol – Danobat

Referencias: Espigo – CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"
 Tubo – CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 20-8. Premuestra Espigo CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: Taladro D.	
	PROCESO: Avellanado Espigo			FECHA: 20/04/09	
PREMUESTRA	2.47	2.30	3.01	2.04	2.88
	2.30	2.21	2.34	2.33	2.90
MEDIA	2.478				
DESVIACIÓN	0.331789759				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.1239				

Fuente: Autores

Tabla 20-9. Premuestra Espigo CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM 1/2			MÁQUINA: Taladro D.	
	PROCESO: Avellanado Espigo			FECHA: 20/04/09	
PREMUESTRA	2.87	2.02	3.00	2.38	2.30
	2.76	2.21	2.31	2.18	2.51
MEDIA	2.454				
DESVIACIÓN	0.323323024				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.1227				

Fuente: Autores

Tabla 20-10. Premuestra Espigo CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC 1/2			MÁQUINA: Taladro D.	
	PROCESO: Avellanado Espigo			FECHA: 20/04/09	
PREMUESTRA	2.49	2.41	2.98	2.07	2.77
	2.25	2.20	2.35	2.20	2.80
MEDIA	2.452				
DESVIACIÓN	0.303380949				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.1226				

Fuente: Autores

$N \approx 37$

Tabla 20-11. Muestra Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

PROCESO: Avellanado Espigo		MÁQUINA: Taladro Danobat		
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona		FECHA: 20/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	110%	2.34	2.6
2	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.55	2.6
3	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	2.87	2.3
4	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.55	2.6
5	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	3.12	2.5
6	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	70%	3.43	2.4
7	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.64	2.4
8	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.75	2.5
9	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	3.13	2.5
10	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	3.02	2.4
11	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.75	2.5
12	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.60	2.6
13	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.76	2.5
14	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.82	2.5
15	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.54	2.5
16	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	105%	2.35	2.5
17	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	70%	3.60	2.5
18	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.42	2.4
19	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	110%	2.79	3.1
20	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.89	2.6
21	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	110%	2.87	3.2
22	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	85%	2.99	2.5
23	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	85%	2.90	2.5
24	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	75%	3.34	2.5
25	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.87	2.6
26	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.76	2.5
27	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.82	2.5
28	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que	100%	2.52	2.5

	coge otro espigo metrix sin avellanar			
29	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	110%	2.20	2.4
30	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	2.98	2.4
31	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	3.02	2.4
32	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	75%	3.28	2.5
33	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.54	2.5
34	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	90%	2.82	2.5
35	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	100%	2.55	2.6
36	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	80%	3.20	2.6
37	Desde que coge espigo metrix sin avellanar hasta que coge otro espigo metrix sin avellanar	70%	3.50	2.5
			PROMEDIO	2.5

Fuente: Autores

Tabla 20-12. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Taladro D.	
	PROCESO: Avellanar tubo			FECHA: 21/04/09	
PREMUESTRA	4.48	4.22	5.13	4.02	4.88
	4.29	4.30	4.36	4.35	5.34
MEDIA	4.537				
DESVIACIÓN	0.430582293				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.22685				

Fuente: Autores

Tabla 20-13. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Taladro D.	
	PROCESO: Avellanar tubo			FECHA: 21/04/09	
PREMUESTRA	5.44	3.92	5.03	4.32	4.58
	4.45	4.78	4.46	4.20	4.23
MEDIA	4.541				
DESVIACIÓN	0.443256886				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.22705				

Fuente: Autores

$$N \approx 19$$

Tabla 20-14. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Avellanado tubo		MÁQUINA: Taladro D.		
REFERENCIA: CU 3/8 – CU 1/2"		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros		FECHA: 21/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	100%	4.45	4.5
2	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	115%	3.98	4.6
3	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	115%	4.02	4.6
4	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	80%	5.67	4.5
5	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	85%	5.43	4.6
6	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	95%	4.88	4.6
7	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	100%	4.57	4.6
8	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	90%	5.02	4.5
9	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	100%	4.56	4.6
10	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	110%	4.10	4.5
11	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	100%	4.48	4.5
12	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	90%	5.12	4.6
13	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	100%	4.65	4.7
14	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	95%	4.75	4.5
15	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	115%	3.99	4.6
16	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	115%	4.04	4.6
17	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	115%	3.98	4.6
18	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	120%	3.76	4.5
19	Desde que coge el tubo lo avellana los dos extremos hasta que coge otro tubo.	95%	4.76	4.5
			PROMEDIO	4.6

Fuente: Autores

Tabla 20-15. Suplementos asignados Taladro de Árbol - Danobat

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18

Fuente: Autores

Tabla 20-16. Resumen de tiempos Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

Tiempo Ciclo	2.53
Tiempo Asignado	2.98
Tiempo Tipo	3.07

Fuente: Autores

Tabla 20-17. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	4.56
Tiempo Asignado	5.38
Tiempo Tipo	5.55

Fuente: Autores

3. Fresa Milwaukee

Referencias: Espigo - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"
 Espigo Sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"
 Espigo Doble M - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 20-18. Premuestra Espigo CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: Fres. Milwaukee	
	PROCESO: Caras Planas al Espigo			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	122.97	126.65	130.68	127.38	124.53
	129.97	128.57	127.04	123.84	125.45
MEDIA	126.708				
DESVIACIÓN	2.559816834				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.26708				

Fuente: Autores

Tabla 20-19. Premuestra Espigo CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM 1/2			MÁQUINA: Fres. Milwaukee	
	PROCESO: Caras Planas al Espigo			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	125.43	130.65	127.43	129.82	126.78
	124.56	127.00	123.97	122.87	128.51
MEDIA	126.702				
DESVIACIÓN	2.528867994				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.26702				

Fuente: Autores

Tabla 20-20. Premuestra Espigo CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC 1/2			MÁQUINA: Fres. Milwaukee	
	PROCESO: Caras Planas al Espigo			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	128.43	125.87	122.93	129.76	123.81
	126.82	124.69	130.72	127.05	1257.41
MEDIA	126.749				
DESVIACIÓN	2.503949991				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.26749				

Fuente: Autores

$N \approx 21$

Tabla 20-21. Muestra Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

PROCESO: Caras Planas al Espigo Metrix		MÁQUINA: Fresa Milwaukee		
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2		UNIDADES POR CICLO: 9 Unidades		
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona		FECHA: 22/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	85%	105.62	89.8
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	25.32	21.5
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	85%	18.80	16.0
2	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	105%	87.76	92.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	25.54	21.7
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	85%	17.76	15.1
3	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	100%	90.32	90.3
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	110%	19.32	21.3
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	100%	16.23	16.2
4	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	95%	93.32	88.7
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	90%	24.31	21.9
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	95%	16.90	16.1
5	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	85%	105.25	89.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	90%	24.67	22.2
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	85%	19.57	16.6
6	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	105%	87.99	92.4
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	95%	22.45	21.3
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	85%	19.28	16.4
7	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	100%	89.10	89.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	24.85	21.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	80%	20.12	16.1
8	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	85%	106.52	90.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	95%	22.31	21.2
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	100%	16.76	16.8
9	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	90%	98.32	88.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	90%	23.77	21.4
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	65%	24.97	16.2
10	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	105%	86.35	90.7
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la	100%	21.01	21.0

	vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato			
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	100%	16.78	16.8
11	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	100%	90.54	90.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	105%	20.14	21.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	85%	18.51	15.7
12	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	90%	100.28	90.3
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	90%	23.58	21.2
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	115%	14.12	16.2
13	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	110%	82.32	90.6
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	24.00	20.4
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	120%	13.21	15.9
14	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	105%	88.12	92.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	105%	20.21	21.2
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	115%	14.12	16.2
15	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	90%	100.32	90.3
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	100%	21.87	21.9
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	80%	20.33	16.3
16	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	95%	95.21	90.4
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	80%	26.35	21.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	100%	16.43	16.4
17	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	100%	90.21	90.2
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	100%	22.12	22.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	100%	16.45	16.5
18	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	90%	98.45	88.6
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	90%	23.32	21.0
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	80%	20.30	16.2
19	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	110%	84.34	92.8
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	80%	26.32	21.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	75%	22.31	16.7
20	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	80%	112.32	89.9
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	21.67	18.4
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	80%	20.02	16.0

21	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas	80%	113.23	90.6
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato	85%	22.45	19.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix	80%	19.28	15.4
Promedio	Desde que coge el primer espigo metrix hasta que afloja el aparato de caras planas			90.4
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta hasta que asegura la tuerca del aparato			21.1
	Desde que asegura la tuerca del aparato hasta que coge el primer espigo metrix			16.2
Tiempo Total				127.7
A	Desde que el operario toma del plato de espigos metrix sin caras planas, va a la canasta grande de espigos metrix, llena el plato de espigos, hasta volver a colocar el plato al sitio de trabajo. (200 Unidades)	95%	65.70	62.42

Fuente: Autores

Tabla 20-22. Suplementos asignados Fresa Milwaukee

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
2	9	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13
3	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
A	9	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-23. Premuestra Espigo sencillo UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: F. Milwaukee	
	PROCESO: Caras planas			FECHA: 25/04/09	
PREMUESTRA	208.32	238.34	227.32	245.32	234.12
	244.65	245.21	229.32	244.76	247.21
MEDIA	236.457				
DESVIACIÓN	12.21101238				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	7.09371				

Fuente: Autores

Tabla 20-24. Premuestra Espigo sencillo UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: F. Milwaukee	
	PROCESO: Caras planas			FECHA: 25/04/09	
PREMUESTRA	208.43	246.35	238.59	227.43	245.95
	243.81	234.22	245.27	244.88	229.29
MEDIA	236.422				
DESVIACIÓN	12.10407626				

Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	7.09266				

Fuente: Autores

Tabla 20-25. Premuestra Espigo doble M UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: F. Milwaukee	
	PROCESO: Caras planas			FECHA: 25/04/09	
PREMUESTRA	208.43	246.35	238.59	227.43	245.95
	243.81	234.22	245.27	244.88	229.29
MEDIA	236.422				
DESVIACIÓN	12.10407626				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	7.09266				

Fuente: Autores

Tabla 20-26. Premuestra Espigo doble M UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: F. Milwaukee	
	PROCESO: Caras planas			FECHA: 25/04/09	
PREMUESTRA	246.41	235.76	209.10	246.98	237.54
	227.82	246.56	247.01	227.39	237.18
MEDIA	236.175				
DESVIACIÓN	12.155622078				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	7.08525				

Fuente: Autores

$N \approx 16$

Tabla 20-27. Muestra Espigo sencillo y Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Caras planas a la unión universal			MÁQUINA: Fresa Milwaukee	
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 6 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 25/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	70%	47.09	33.0
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	80%	68.93	55.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	80%	105.89	84.7
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	90%	33.50	30.2
2	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	75%	43.06	32.3
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	62.79	56.5
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	85%	102.26	86.9
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	100%	29.79	29.8
3	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	80%	42.28	33.8
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	85%	65.80	55.9

	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	94.22	84.8
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	90%	33.16	29.8
4	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	80%	43.18	34.5
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	60.45	54.4
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	90.32	85.8
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	100%	30.32	30.3
5	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	36.21	36.2
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	60.76	54.7
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	90.21	85.7
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	95%	32.12	30.5
6	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	35.21	35.2
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	100%	54.12	54.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	91.61	87.0
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	105%	28.97	30.4
7	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	90%	40.54	36.5
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	100%	55.21	55.2
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	90.76	86.2
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	100%	30.07	30.1
8	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	35.21	35.2
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	100%	54.23	54.2
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	100%	88.54	88.5
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	100%	31.10	31.1
9	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	36.83	36.8
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	60.43	54.4
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	100%	86.12	86.1
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	100%	29.76	29.8
10	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	36.43	36.4
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	85%	62.32	53.0
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	90.65	86.1
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	90%	32.96	29.7
11	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la última unión en el aparato.	100%	37.21	37.2
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	95%	59.60	56.6

	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	95%	91.54	87.0
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	90%	33.72	30.3
12	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	90%	40.64	36.6
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	60.87	54.8
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	92.32	83.1
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	85%	34.98	29.7
13	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	95%	38.67	36.7
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	61.79	55.6
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	90.21	81.2
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	75%	38.65	29.0
14	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	90%	40.38	36.3
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	85%	63.48	54.0
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	91.27	82.1
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	80%	37.50	30.0
15	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	85%	42.38	36.0
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	62.32	56.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	93.19	83.9
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	90%	34.84	31.4
16	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.	85%	42.28	35.9
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.	90%	61.27	55.1
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.	90%	96.59	86.9
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.	85%	35.92	30.5
Promedio	Desde que coge la primera unión universal sin caras planas hasta que asegura la ultima unión en el aparato.			35.6
	Desde que asegura las uniones en el aparato, prende la fresa hasta aflojar la tuerca del aparato.			55.0
	Desde que afloja el aparato de caras planas, limpia, da la vuelta, pasa por la fresa hasta quitar la primera unión.			85.4
	Desde que quita la primera unión hasta volver a colocar la primera unión universal sin caras planas en el aparato.			30.2
Tiempo Total				206.1
A	Desde que el operario toma del plato de uniones universales sin caras planas, va a la canasta grande de uniones universales, llena el plato de espigos, hasta volver a colocar el plato al sitio de trabajo. (200 Unidades)	60%	103.43	62.06

Fuente: Autores

Tabla 20-28. Suplementos asignados Fresa Milwaukee

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
2	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
3	9	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13
4	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
A	9	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-29. Resumen de tiempos Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

Tiempo Ciclo	130.49
Tiempo Asignado	148.55
Tiempo Tipo	153.14

Fuente: Autores

Tabla 20-30. Resumen de tiempos Espigo sencillo y Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	207.95
Tiempo Asignado	236.21
Tiempo Tipo	243.51

Fuente: Autores

4. Roscadora

Referencias: Espigo - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"
 Espigo sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 20-31. Premuestra Espigo CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: Roscadora	
	PROCESO: Roscar Espigo			FECHA: 27/04/09	
PREMUESTRA	9.73	11.04	12.37	11.3	15.78
	11.58	11.54	10.95	11.94	10.38
MEDIA	11.661				
DESVIACIÓN	1.631600782				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.58305				

Fuente: Autores

Tabla 20-32. Premuestra Espigo CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM 1/2			MÁQUINA: Roscadora	
	PROCESO: Roscar Espigo			FECHA: 27/04/09	
PREMUESTRA	10.54	11.31	9.54	11.87	11.09
	15.63	11.54	10.70	12.35	11.76
MEDIA	11.661				
DESVIACIÓN	1.612629434				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.58305				

Fuente: Autores

Tabla 20-33. Premuestra Espigo CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC 1/2			MÁQUINA: Roscadora	
	PROCESO: Roscar Espigo			FECHA: 27/04/09	
PREMUESTRA	11.10	11.68	10.41	10.78	11.63
	11.76	9.65	11.67	12.05	105.85
MEDIA	11.658				
DESVIACIÓN	1.646887974				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.5829				

Fuente: Autores

$N \approx 40$

Tabla 20-34. Muestra Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

PROCESO: Roscar Espigo		MÁQUINA: Roscadora		
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros		FECHA: 27/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	95%	10.89	10.3
2	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.86	10.1
3	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.94	10.1
4	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.54	9.8
5	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.52	9.8
6	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.60	9.9
7	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	95%	10.76	10.2
8	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.72	10.0
9	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	95%	10.83	10.3
10	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	95%	10.52	10.0
11	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.05	9.6
12	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.80	10.0
13	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.62	9.9
14	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.83	10.1
15	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.58	9.8
16	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.86	10.1
17	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.33	10.2
18	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.08	10.0
19	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.97	10.2
20	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.29	10.2
21	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.26	9.6
22	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.20	9.5
23	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.77	10.0
24	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.84	10.1
25	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.08	10.0
26	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.50	10.0
27	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.20	9.8
28	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.43	9.7

29	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.01	9.6
30	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.44	10.0
31	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	100%	10.77	10.8
32	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	11.75	10.0
33	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.87	10.3
34	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.77	10.6
35	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	80%	12.22	9.8
36	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	12.08	10.3
37	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.00	9.9
38	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	100%	9.88	9.9
39	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	90%	11.54	10.4
40	Desde que coge espigo metrix sin rosca hasta que coge otro espigo metrix sin rosca	85%	12.04	10.2
			PROMEDIO	10.0
A	Desde que coge la canasta de espigos sin rosca y los introduce en el plato de la máquina para ser roscados. (240 Unidades)	95%	188.23	178.82

Fuente: Autores

Tabla 20-35. Premuestra Espigo sencillo UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: Roscadora	
	PROCESO: Roscar Espigo			FECHA: 28/04/09	
PREMUESTRA	19.41	21.49	21.58	18.95	19.98
	23.69	19.54	18.94	20.71	23.49
MEDIA	20.778				
DESVIACIÓN	1.755947354				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.62334				

Fuente: Autores

Tabla 20-36. Premuestra Espigo sencillo UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: Roscadora	
	PROCESO: Roscar Espigo			FECHA: 28/04/09	
PREMUESTRA	19.88	21.68	20.60	19.44	23.59
	23.59	18.84	19.05	21.59	19.51
MEDIA	20.777				
DESVIACIÓN	1.77218039				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.62331				

Fuente: Autores

N ≈ 41

Tabla 20.37. Muestra Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Roscar Espigo		MÁQUINA: Roscadora		
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros		FECHA: 28/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.27	20.2
2	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.34	20.3
3	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.01	20.0
4	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.20	20.2
5	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.26	20.2
6	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.65	20.6
7	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.51	20.5
8	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.15	20.1
9	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.23	20.2
10	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.09	20.0
11	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.98	20.9
12	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.45	20.5
13	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.34	20.3
14	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	21.00	21.0
15	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.12	20.1
16	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.96	21.0
17	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.43	20.4
18	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.24	20.2
19	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.91	20.8
20	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	90%	22.54	20.3
21	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.88	20.8
22	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.25	20.2
23	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.03	20.0
24	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.28	20.3
25	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.22	20.2
26	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	90%	22.06	19.9
27	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro	95%	21.89	20.8

	espigo sin rosca			
28	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.60	20.5
29	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.41	20.3
30	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.49	20.5
31	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.43	20.4
32	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	85%	23.25	19.8
33	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	90%	22.25	20.0
34	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.23	20.2
35	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.42	20.3
36	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	95%	21.00	20.0
37	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	19.89	19.9
38	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	90%	22.17	20.0
39	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.20	20.2
40	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	105%	19.03	20.0
41	Desde que coge espigo sin rosca hasta que coge otro espigo sin rosca	100%	20.10	20.1
			PROMEDIO	20.3
A	Desde que coge la canasta de espigos sin rosca y los introduce en el plato de la máquina para ser roscados. (240 Unidades)	90%	208.21	187.39

Fuente: Autores

Tabla 20-38. Suplementos asignados Roscadora

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18
A	9	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	13

Fuente: Autores

Tabla 20-39. Resumen de tiempos Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

Tiempo Ciclo	10.47
Tiempo Asignado	12.33
Tiempo Tipo	12.71

Fuente: Autores

Tabla 20-40. Resumen de tiempos Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	20.76
Tiempo Asignado	24.47
Tiempo Tipo	25.23

Fuente: Autores

5. Taladro de árbol – Camporessi

Referencias: Tuerca - CMP 1/2" - CU 3/8" - CU 1/2"

Tabla 20-41. Premuestra Tuerca CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: Taladro C.	
	PROCESO: Unir la tuerca con el plato			FECHA: 19/04/09	
PREMUESTRA	6.54	5.26	5.48	4.46	4.56
	5.25	5.33	5.09	5.28	5.39
MEDIA	5.264				
DESVIACIÓN	0.564489937				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.2632				

Fuente: Autores

Tabla 20-42. Premuestra Tuerca CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Taladro C.	
	PROCESO: Unir la tuerca con el plato			FECHA: 19/04/09	
PREMUESTRA	5.37	4.44	6.44	5.21	5.50
	4.32	5.42	4.97	5.23	5.16
MEDIA	5.206				
DESVIACIÓN	0.588032501				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.2603				

Fuente: Autores

Tabla 20-43. Premuestra Tuerca CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Taladro C.	
	PROCESO: Unir la tuerca con el plato			FECHA: 19/04/09	
PREMUESTRA	4.83	4.60	5.46	5.36	4.38
	6.28	5.48	5.21	5.87	5.20
MEDIA	5.267				
DESVIACIÓN	0.568761813				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.26335				

Fuente: Autores

N ≈ 24

Tabla 20-44. Muestra Tuerca CMP 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Unir la tuerca con el plato		MÁQUINA: Taladro C.		
REFERENCIA: CMP 1/2 CU 3/8 CU 1/2		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona		FECHA: 19/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	105%	4.40	4.6
2	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	6.00	4.5
3	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	60%	7.77	4.7
4	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	105%	4.32	4.5
5	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	50%	8.98	4.5
6	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	100%	4.55	4.6
7	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	100%	4.50	4.5
8	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.97	4.5
9	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.61	4.2
10	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	105%	4.30	4.5
11	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.81	4.4
12	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.70	4.3
13	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.73	4.3
14	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	90%	5.09	4.6
15	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	5.73	4.3
16	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	80%	5.70	4.6
17	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	80%	5.81	4.6
18	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	70%	6.47	4.5
19	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	60%	7.33	4.4
20	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	80%	5.47	4.4
21	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	85%	5.39	4.6
22	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	75%	6.15	4.6
23	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	95%	4.77	4.5
24	Desde que coge la tuerca y el plato hasta que coge otra tuerca y plato	90%	4.98	4.5
			PROMEDIO	4.5
A	Desde que para la maquina, va y coloca las tuercas con plato, las cuenta y las coloca en la taza grande, hasta volver a funcionar la máquina. (200 Unidades)	100%	181.21	181.21
			PROMEDIO	181.2

Fuente: Autores

Tabla 20-45. Suplementos asignados Taladro de árbol - Camporessi

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18
A	9	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-46. Resumen de tiempos Tuerca CMP 1/2", CU 3/8", CU 1/2",

Tiempo Ciclo	5.39
Tiempo Asignado	6.32
Tiempo Tipo	6.52

Fuente: Autores

6. Torno Warner I

Referencias: Tuerca - CMP 1/2" - CM 1/2" - CC 1/2" - CU 3/8" - CU 1/2"
 Tuerca - UU 3/8" - UU 1/2"

Tabla 20-47. Premuestra Tuerca CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	10.28	11.15	11.09	10.96	11.31
	10.52	11.04	11.14	10.82	10.82
MEDIA	10.913				
DESVIACIÓN	0.314008139				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.10913				

Fuente: Autores

Tabla 20-48. Premuestra Tuerca CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM 1/2			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	11.32	10.18	11.42	11.32	11.16
	10.87	10.92	10.80	11.27	11.00
MEDIA	10.926				
DESVIACIÓN	0.383063673				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.10926				

Fuente: Autores

Tabla 20-49. Premuestra Tuerca CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC 1/2			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	10.98	10.67	11.34	11.10	10.45
	10.82	11.01	11.26	11.23	10.38
MEDIA	10.924				
DESVIACIÓN	0.336161337				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.10924				

Fuente: Autores

Tabla 20-50. Premuestra Tuerca CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	11.25	11.06	10.38	11.65	10.83
	10.91	11.17	10.42	11.12	10.92
MEDIA	10.971				
DESVIACIÓN	0.378254764				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.10971				

Fuente: Autores

Tabla 20-51. Premuestra Tuerca CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 22/04/09	
PREMUESTRA	11.00	10.31	10.45	11.03	11.16
	10.98	11.04	10.87	11.34	11.49
MEDIA	10.967				
DESVIACIÓN	0.360371722				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.10967				

Fuente: Autores

$$N \approx 43$$

Tabla 20-52. Muestra Tuerca CMP 1/2", CM1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Roscar Tuerca			MÁQUINA: Warner I	
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2 CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 22/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	110%	9.96	11.0
2	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	80%	12.01	9.6
3	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.53	10.5
4	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.70	10.2
5	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.83	10.3
6	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.38	10.4
7	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.74	10.2
8	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.69	10.2
9	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.69	10.2
10	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.11	10.6
11	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.48	10.5
12	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.40	10.4
13	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.89	10.3
14	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.42	10.4
15	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.20	10.6
16	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.07	10.5
17	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.80	10.3
18	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.78	10.2
19	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.91	10.4
20	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.82	10.3
21	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.67	10.7

	otra tuerca con plato sin rosca			
22	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.99	10.4
23	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.05	10.5
24	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	85%	12.02	10.2
25	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	105%	9.57	10.0
26	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.20	10.6
27	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	90%	11.71	10.5
28	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	105%	10.14	10.6
29	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.99	10.4
30	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.44	10.4
31	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	11.02	10.5
32	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.58	10.6
33	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	90%	11.31	10.2
34	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.99	10.4
35	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.52	10.5
36	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	95%	10.80	10.3
37	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	90%	11.39	10.3
38	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	90%	11.34	10.2
39	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.15	10.2
40	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.58	10.6
41	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	85%	9.86	8.4
42	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	100%	10.63	10.6
43	Desde que coge tuerca con plato sin rosca hasta que coge otra tuerca con plato sin rosca	90%	11.07	10.0
			PROMEDIO	10.3
A	Desde que para la maquina, va y coloca más piezas en la taza pequeña, hasta volver a funcionar la máquina. (100 Unidades)	100%	90.22	90.22
			PROMEDIO	90.2

Fuente: Autores

Tabla 20-53. Premuestra Tuerca UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	21.34	25.18	25.71	21.39	22.16
	20.65	22.03	19.65	20.16	20.43
MEDIA	21.87				

DESVIACIÓN	2.047687042				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.6561				

Fuente: Autores

Tabla 20-54. Premuestra Tuerca UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: Warner I	
	PROCESO: Roscar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	22.06	25.03	21.83	19.42	20.01
	21.52	25.63	20.67	22.09	20.33
MEDIA	21.859				
DESVIACIÓN	2.044077896				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.65577				

Fuente: Autores

$N \approx 50$

Tabla 20-55. Muestra Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Roscar Tuerca			MÁQUINA: Warner I	
REFERENCIA: UU 3/8			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 23/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.64	21.5
2	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	20.92	20.9
3	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.38	21.3
4	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.60	21.6
5	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.62	21.5
6	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.17	21.2
7	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.88	21.9
8	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.52	21.4
9	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	20.83	20.8
10	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.46	21.3
11	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.34	21.0
12	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.81	21.8
13	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.71	21.7
14	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.37	21.3
15	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.54	21.5
16	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.32	21.2
17	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	20.99	21.0

	tuerca sin rosca			
18	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.61	21.5
19	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.28	21.0
20	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	85%	23.91	20.3
21	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.25	20.9
22	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.61	21.5
23	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.40	21.3
24	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.67	21.7
25	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.59	21.5
26	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.43	21.1
27	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.26	20.9
28	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.96	21.8
29	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.78	21.6
30	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.04	21.0
31	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.80	21.8
32	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	85%	24.61	20.9
33	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.62	21.3
34	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.79	21.7
35	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.78	21.6
36	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.36	21.2
37	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.36	21.4
38	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	90%	23.53	21.2
39	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.61	21.6
40	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	20.68	20.7
41	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.81	21.8
42	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.33	21.3
43	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.93	21.9
44	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.04	20.9
45	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.64	21.6
46	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	20.76	20.8
47	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	100%	21.79	21.8
48	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.01	20.9

49	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.81	21.7
50	Desde que coge tuerca sin rosca hasta que coge otra tuerca sin rosca	95%	22.05	20.9
			PROMEDIO	21.3
A	Desde que para la maquina, va y coloca mas piezas en la taza pequeña, hasta volver a funcionar la máquina. (100 Unidades)	90%	90.83	81.75
			PROMEDIO	81.7

Fuente: Autores

Tabla 20-56. Suplementos Asignados Warner I

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18
A	9	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-57. Resumen de tiempos Tuerca CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	11.23
Tiempo Asignado	13.22
Tiempo Tipo	13.63

Fuente: Autores

Tabla 20-58. Resumen de tiempos Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	22.14
Tiempo Asignado	26.09
Tiempo Tipo	26.90

Fuente: Autores

7. Torno Warner II

Referencias: Cuerpo - EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM
 Racor Hembra - EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS

Tabla 20-59. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 M IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	143.43	150.84	146.28	150.84	172.13
	152.79	142.19	161.25	143.28	140.21
MEDIA	150.324				
DESVIACIÓN	9.907611216				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.00648				

Fuente: Autores

Tabla 20-60. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	140.34	150.67	161.21	150.90	152.82
	172.03	143.29	146.79	142.21	143.56
MEDIA	150.382				
DESVIACIÓN	9.829313076				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.00764				

Fuente: Autores

Tabla 20-61. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H CTS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	161.30	150.87	143.23	171.32	150.68
	146.98	142.32	152.93	140.41	143.40
MEDIA	150.344				
DESVIACIÓN	9.662740812				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.00688				

Fuente: Autores

Tabla 20-62. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 M IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	143.58	142.03	146.96	143.20	171.05
	140.52	152.87	161.76	150.93	150.78
MEDIA	150.368				
DESVIACIÓN	9.660028525				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.00736				

Fuente: Autores

Tabla 20-63. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	146.85	143.11	172.11	143.43	142.04
	161.70	150.83	140.02	150.54	152.77
MEDIA	150.34				
DESVIACIÓN	9.981989336				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.0068				

Fuente: Autores

Tabla 20-64. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Perforar Cuerpo			FECHA: 09/05/09	
PREMUESTRA	150.21	141.87	140.97	142.98	146.78
	143.65	152.34	171.54	150.23	162.80
MEDIA	150.337				
DESVIACIÓN	9.887464623				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	3.00674				

Fuente: Autores

N ≈ 56

Tabla 20-65. Muestra Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS, EMD 3/4" M IPS, EM 1/2"

PROCESO: Perforar Cuerpo			MÁQUINA: Warner II	
REFERENCIA: EMD IPS/CTS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 09/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	143.54	143.5
2	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	150.84	143.3
3	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	145.21	145.2
4	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo	85%	172.03	146.2

	perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar			
5	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	148.21	148.2
6	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	141.25	141.3
7	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	142.29	142.3
8	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	144.32	144.3
9	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	159.25	143.3
10	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	143.08	143.1
11	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	148.39	148.4
12	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	141.23	141.2
13	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	163.53	147.2
14	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	151.29	143.7
15	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	151.26	143.7
16	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	140.34	140.3
17	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	153.00	145.4
18	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	148.54	141.1
19	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	142.47	142.5
20	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	156.18	140.6
21	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	155.23	139.7
22	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	144.41	144.4
23	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	152.79	145.2
24	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	145.75	145.8
25	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	144.23	144.2
26	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	145.32	145.3
27	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	142.18	142.2
28	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	142.19	142.2
29	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	154.21	146.5
30	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	148.65	141.2
31	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	142.87	142.9
32	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	160.48	144.4
33	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	157.54	141.8
34	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	153.87	138.5
35	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	140.98	141.0

36	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	148.32	140.9
37	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	140.76	140.8
38	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	161.00	144.9
39	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	160.34	144.3
40	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	85%	162.80	138.4
41	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	146.87	146.9
42	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	145.82	145.8
43	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	141.09	141.1
44	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	140.87	140.9
45	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	148.75	141.3
46	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	156.21	140.6
47	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	156.98	141.3
48	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	157.62	141.9
49	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	147.98	140.6
50	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	85%	165.23	140.4
51	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	90%	162.33	146.1
52	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	143.78	143.8
53	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	100%	144.43	144.4
54	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	148.73	141.3
55	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	95%	149.76	142.3
56	Desde que coge el cuerpo lo introduce a la maquina, lo perfora, hasta que coge otro cuerpo sin perforar	85%	164.38	139.7
			PROMEDIO	143.0

Fuente: Autor

Tabla 20-66. Premuestra Racor hembra EDM 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Roscar racor hembra			FECHA: 18/05/09	
PREMUESTRA	15.02	18.98	21.23	14.21	16.45
	14.87	21.76	20.65	18.04	17.43
MEDIA	17.823				
DESVIACIÓN	2.761762923				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.89115				

Fuente: Autores

Tabla 20-67. Premuestra Racor hembra EDM 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EDM 1/2 H CTS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Roscar racor hembra			FECHA: 18/05/09	
PREMUESTRA	17.50	20.53	15.64	21.08	14.30
	17.96	20.71	15.19	19.04	17.56
MEDIA	17.951				
DESVIACIÓN	2.401154583				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.89755				

Fuente: Autores

Tabla 20-68. Premuestra Racor hembra EDM 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EDM 3/4 H IPS			MÁQUINA: Warner II	
	PROCESO: Roscar racor hembra			FECHA: 18/05/09	
PREMUESTRA	17.20	21.00	15.06	20.43	17.25
	21.03	14.22	18.06	14.75	20.87
MEDIA	17.987				
DESVIACIÓN	2.728890902				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.89935				

Fuente: Autores

N ≈ 50

Tabla 20-69. Muestra Racor hembra EDM 1/2" H CTS, EDM 1/2" H IPS, EDM 3/4" H IPS

PROCESO: Roscar racor hembra			MÁQUINA: Warner II	
REFERENCIA: EDM IPS/CTS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 18/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.64	13.9
2	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	70%	19.88	13.9
3	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.91	14.2
4	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	85%	16.42	14.0
5	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.66	13.9
6	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	75%	18.22	13.7
7	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	90%	15.68	14.1
8	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.76	14.0
9	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	70%	20.67	14.5
10	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.82	14.1
11	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	100%	14.18	14.2
12	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la	90%	15.83	14.2

[illegible]

44	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	90%	15.38	13.8
45	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	85%	16.30	13.9
46	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	65%	21.52	14.0
47	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	90%	15.90	14.3
48	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	90%	15.43	13.9
49	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	95%	14.50	13.8
50	Desde que coge el racor sin rosca y lo introduce en la maquina, rosca, hasta volver a coger otro racor sin rosca.	90%	15.36	13.8
			PROMEDIO	14.0

Fuente: Autores

Tabla 20-70. Suplementos asignados Torno Warner II

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18

Fuente: Autores

Tabla 20-71. Resumen de tiempos Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS, EMD 3/4" M IPS, EM 1/2"

Tiempo Ciclo	142.99
Tiempo Asignado	168.73
Tiempo Tipo	172.17

Fuente: Autores

Tabla 20-72. Resumen de tiempos Racor Hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS

Tiempo Ciclo	13.98
Tiempo Asignado	16.50
Tiempo Tipo	16.84

Fuente: Autores

8. Cortadora de disco

Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 20-73. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Cort. de Disco	
	PROCESO: Corte del tubo			FECHA: 24/05/09	
PREMUESTRA	29.31	29.32	30.12	29.45	32.67
	27.29	31.52	27.95	29.06	28.43
MEDIA	29.512				
DESVIACIÓN	1.605835193				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.59024				

Fuente: Autores

Tabla 20-74. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Cort. de Disco	
	PROCESO: Corte del tubo			FECHA: 24/05/09	
PREMUESTRA	28.04	31.76	28.76	28.31	32.78
	30.01	29.43	28.29	29.51	28.39
MEDIA	29.528				
DESVIACIÓN	1.595645463				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.59056				

Fuente: Autores

$$N \approx 38$$

Tabla 20-75. Muestra Tubo CU 3/8" CU 1/2"

PROCESO: Corte del tubo			MÁQUINA: Cortadora de Disco	
REFERENCIA: CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 24/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.29	29.3
2	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	90%	33.24	29.9
3	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.54	29.5
4	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	95%	30.97	29.4
5	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.30	29.3
6	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	90%	31.67	28.5
7	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.27	29.3
8	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.39	28.4
9	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	85%	32.99	28.0

10	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.46	29.5
11	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.85	28.9
12	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.41	29.4
13	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.65	29.7
14	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.55	28.6
15	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	95%	30.17	28.7
16	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.60	28.6
17	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	90%	32.69	29.4
18	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.31	29.3
19	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.88	28.9
20	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.66	28.7
21	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.89	28.9
22	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.31	29.3
23	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.52	29.5
24	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	95%	30.77	29.2
25	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.33	29.3
26	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.81	28.8
27	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.89	28.9
28	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.05	29.1
29	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.18	29.2
30	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	90%	32.40	29.2
31	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	95%	30.44	28.9
32	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.56	28.6
33	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.74	28.7
34	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.17	29.2
35	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.52	29.5
36	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	29.55	29.6
37	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	90%	31.82	28.6
38	Desde que ubica el tubo en la cortadora, corta y vuelve a ubicar el tubo en la cortadora.	100%	28.77	28.8
			PROMEDIO	29.1
A	Desde que va a bodega de materia prima saca el tubo y lo ubica en la cortadora de disco. (42 unidades)	100%	63.54	63.5

			PROMEDIO	63.5
--	--	--	----------	------

Fuente: Autores

Tabla 20-76. Suplementos Asignados Cortadora de disco

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	16
A	9	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13

Fuente: Autores

Tabla 20-77. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	30.58
Tiempo Asignado	35.42
Tiempo Tipo	35.78

Fuente: Autores

9. Esmeril

Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"
Corazón - EM 1/2"

Tabla 20-78. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Esmeril	
	PROCESO: Biselar el tubo			FECHA: 24/05/09	
PREMUESTRA	10.05	11.56	12.01	11.54	11.65
	11.05	11.32	10.98	11.43	11.87
MEDIA	11.346				
DESVIACIÓN	0.557797255				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.34038				

Fuente: Autores

Tabla 20-79. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Esmeril	
	PROCESO: Biselar el tubo			FECHA: 24/05/09	
PREMUESTRA	11.15	11.46	11.02	11.44	11.67
	10.08	11.42	12.28	11.21	11.55
MEDIA	11.328				
DESVIACIÓN	0.558665076				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.33984				

Fuente: Autores

$$N \approx 14$$

Tabla 20-80. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Biselar el tubo			MÁQUINA: Esmeril	
REFERENCIA: CU 3/8			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 24/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	110%	10.53	11.6
2	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	100%	11.54	11.5
3	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	90%	12.87	11.6
4	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	85%	13.42	11.4
5	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	90%	12.65	11.4
6	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	105%	11.03	11.6
7	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	100%	11.56	11.6
8	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	95%	11.76	11.2
9	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	100%	11.48	11.5

10	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	115%	10.23	11.8
11	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	90%	12.98	11.7
12	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	95%	11.87	11.3
13	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	100%	11.45	11.5
14	Desde que coge el tubo sin biselar, hasta que coge otro tubo sin biselar.	100%	11.39	11.4
			PROMEDIO	11.5

Fuente: Autores

Tabla 20-81. Suplementos Asignados Esmeril

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15

Fuente: Autores

Tabla 20-82. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	11.49
Tiempo Asignado	13.21
Tiempo Tipo	13.62

Fuente: Autores

10. Prensa Hidráulica

Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 20-83. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: P. Hidráulica	
	PROCESO: Boquilla al tubo			FECHA: 26/05/09	
PREMUESTRA	48.85	56.98	49.93	52.34	55.34
	50.34	55.45	51.12	50.12	49.32
MEDIA	51.979				
DESVIACIÓN	2.91402528				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.55937				

Fuente: Autores

Tabla 20-84. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: P. Hidráulica	
	PROCESO: Boquilla al tubo			FECHA: 26/05/09	
PREMUESTRA	49.22	49.87	50.42	57.05	50.03
	54.87	51.42	52.76	55.23	48.97
MEDIA	51.984				
DESVIACIÓN	2.846191217				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.55952				

Fuente: Autores

N ≈ 18

Tabla 20-85. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Boquilla al tubo			MÁQUINA: Prensa Hidráulica	
REFERENCIA: CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 26/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	65%	46.18	30.0
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	95%	10.72	10.2
2	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	80%	38.04	30.4
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	80%	12.47	10.0
3	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	90%	33.84	30.5
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	115%	8.79	10.1
4	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	90%	34.11	30.7
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	130%	7.79	10.1
5	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	100%	30.99	31.0
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	80%	12.98	10.4
6	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta pensar	85%	34.95	29.7
	Desde pensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo	110%	9.03	9.9

	sin boquilla			
7	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	90%	33.02	29.7
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	110%	9.10	10.0
8	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	85%	34.11	29.0
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	90%	11.12	10.0
9	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	105%	28.78	30.2
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	100%	10.80	10.8
10	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	105%	27.88	29.3
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	110%	9.18	10.1
11	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	105%	28.39	29.8
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	135%	7.54	10.2
12	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	95%	31.67	30.1
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	125%	8.25	10.3
13	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	100%	30.21	30.2
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	110%	9.05	10.0
14	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	95%	32.22	30.6
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	110%	9.08	10.0
15	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	95%	31.22	29.7
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	100%	10.05	10.1
16	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	90%	34.25	30.8
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	120%	8.59	10.3
17	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	95%	32.40	30.8
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	100%	10.25	10.3
18	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar	100%	29.40	29.4
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla	125%	8.29	10.4
Promedio	Desde que coge el tubo, lo introduce en la matriz hasta volearlo y ubicar la matriz hasta prensar			30.1
	Desde prensar y voltearlo hasta coger el siguiente tubo sin boquilla			10.2
	Tiempo Total			40.3

Fuente: Autores

Tabla 20-86. Suplementos asignados Prensa hidráulica

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	1	0	2	0	0	1	1	1	17
2	9	2	0	1	0	2	0	0	1	1	1	17

Fuente: Autores

Tabla 20-87. Premuestra Corazón EM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EM 1/2			MÁQUINA: P. Hidráulica	
	PROCESO: Pensar el corazón y el tubo con el cuerpo			FECHA: 25/04/09	
PREMUESTRA	23.12	27.43	27.93	24.87	26.43
	25.85	25.01	24.31	26.78	27.06
MEDIA	25.879				
DESVIACIÓN	1.526444307				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.51758				

Fuente: Autores

$$N = 44.50 \approx 45$$

Tabla 20-88. Muestra Corazón EM 1/2"

PROCESO: Pensar el corazón y el tubo con el cuerpo			MÁQUINA: Prensa Hidráulica	
REFERENCIA: EMD			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 25/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.17	24.9
2	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	105%	23.03	24.2
3	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.87	24.6
4	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.59	24.6
5	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.15	24.8
6	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	105%	23.60	24.8
7	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.15	25.2

8	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.03	24.7
9	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	110%	22.84	25.1
10	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.96	24.7
11	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	90%	26.94	24.2
12	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.03	25.0
13	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.83	24.8
14	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.86	24.6
15	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.44	24.4
16	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.81	24.5
17	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	105%	23.21	24.4
18	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.13	24.8
19	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.87	25.5
20	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	90%	27.57	24.8
21	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.84	25.5
22	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.14	24.8
23	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.90	24.6
24	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.74	24.7
25	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.11	24.8
26	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	90%	27.03	24.3
27	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.85	25.5
28	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.52	25.2
29	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.32	25.0

	otro tubo con el corazón.			
30	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	105%	23.31	24.5
31	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.00	25.0
32	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	85%	28.35	24.1
33	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	90%	27.25	24.5
34	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.34	25.0
35	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	26.33	25.0
36	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	95%	25.85	24.6
37	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.03	24.0
38	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	90%	27.15	24.4
39	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.59	24.6
40	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	110%	22.48	24.7
41	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.03	25.0
42	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	105%	23.98	25.2
43	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.25	25.3
44	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	25.41	25.4
45	Desde que coge el tubo con el corazón, lo introduce con el cuerpo en la prensa y lo asegura, hasta volver a coger otro tubo con el corazón.	100%	24.67	24.7
			PROMEDIO	24.8

Fuente: Autores

Tabla 20-89. Suplementos asignados Prensa hidráulica

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	1	0	2	0	0	1	1	1	17

Fuente: Autores

Tabla 20-90. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	40.27
Tiempo Asignado	47.12
Tiempo Tipo	48.58

Fuente: Autores

Tabla 20-91. Resumen de tiempos Corazón EM 1/2"

Tiempo Ciclo	24.78
Tiempo Asignado	28.99
Tiempo Tipo	29.89

Fuente: Autores

11. Dobladora Zetor

Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 92. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: Dobladora Zetor	
	PROCESO: Doblar el tubo			FECHA: 27/05/09	
PREMUESTRA	45.12	43.54	38.45	43.56	44.76
	40.42	42.76	44.54	40.56	40.53
MEDIA	42.424				
DESVIACIÓN	2.278450741				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.27272				

Fuente: Autores

Tabla 93. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: Dobladora Zetor	
	PROCESO: Doblar el tubo			FECHA: 27/05/09	
PREMUESTRA	43.45	40.23	44.53	45.02	43.80
	44.79	40.76	42.89	40.43	38.50
MEDIA	42.44				
DESVIACIÓN	2.282527838				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.2732				

Fuente: Autores

$$N = 16.39 \approx 17$$

Tabla 20-94. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Doblar el tubo			MÁQUINA: Dobladora Zetor	
REFERENCIA: CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 27/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	95%	11.04	10.5
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	90%	16.04	14.4
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	85%	13.88	11.8
2	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	95%	11.21	10.6
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	80%	18.56	14.8
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	45%	25.25	11.4
3	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	75%	15.02	11.3
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.57	15.6
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	11.49	10.3
4	Desde que coge el tubo hasta el momento que la	105%	9.65	10.1

	maquina esta lista para encender			
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	15.98	15.2
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	11.20	10.1
5	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	115%	8.86	10.2
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.71	15.7
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	12.33	11.1
6	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	9.98	10.0
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.52	15.5
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	100%	10.75	10.8
7	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	110%	9.37	10.3
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	15.89	15.1
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	85%	13.14	11.2
8	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	10.24	10.2
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	15.86	15.1
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	80%	14.22	11.4
9	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	9.90	9.9
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	16.03	15.2
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	95%	11.54	11.0
10	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	120%	8.45	10.1
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.59	15.6
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	13.01	11.7
11	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	105%	9.52	10.0
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	15.98	15.2
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	85%	13.29	11.3
12	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	120%	8.57	10.3
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	15.89	15.1
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	85%	13.10	11.1
13	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	9.57	9.6
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.37	15.4
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	65%	16.95	11.0
14	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	110%	9.32	10.3
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	14.98	15.0

	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	12.04	10.8
15	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	9.89	9.9
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	100%	15.63	15.6
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	95%	11.85	11.3
16	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	95%	10.74	10.2
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	90%	16.43	14.8
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	12.62	11.4
17	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender	100%	10.18	10.2
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja	95%	16.09	15.3
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar	90%	12.68	11.4
Promedio	Desde que coge el tubo hasta el momento que la maquina esta lista para encender			10.2
	Desde que se enciende la maquina hasta dobla el tubo y lo afloja			15.2
	Desde que afloja el tubo hasta coger el otro tubo para doblar			11.1
		TIEMPO TOTAL		36.5
A	Desde que el operario toma material del piso para colocar en la bandeja de la dobladora y poder a comenzar de nuevo (30 unidades)	100%	36.56	36.56
			PROMEDIO	36.6

Fuente: Autores

Tabla 20-95. Suplementos asignados Dobladora Zetor

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
2	9	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	13
3	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14
A	9	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-96. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	37.76
Tiempo Asignado	42.89
Tiempo Tipo	44.22

Fuente: Autores

12. Torno Camporessi

Referencias: Espigo sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 20-97. Premuestra Espigo sencillo UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: Camporessi	
	PROCESO: Elaboración de espigo sencillo			FECHA: 30/04/09	
PREMUESTRA	69.21	72.32	70.81	72.04	72.07
	71.59	73.45	71.45	74.54	72.54
MEDIA	72.002				
DESVIACIÓN	1.438570278				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.72002				

Fuente: Autores

Tabla 20-98. Premuestra Espigo sencillo UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: Camporessi	
	PROCESO: Elaboración de espigo sencillo			FECHA: 30/04/09	
PREMUESTRA	72.12	72.65	69.12	74.50	71.98
	72.09	70.74	72.21	71.21	73.11
MEDIA	71.973				
DESVIACIÓN	1.43257383				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.71973				

Fuente: Autores

$N \approx 21$

Tabla 20-99. Muestra Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Elaboración del espigo sencillo			MÁQUINA: Torno Camporessi	
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 30/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.08	72.1
2	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	73.45	69.8
3	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.28	72.3
4	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	72.98	69.3
5	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.09	72.1
6	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	73.32	69.7

7	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.70	72.7
8	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.17	72.2
9	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	73.48	69.8
10	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.22	72.2
11	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	71.67	71.7
12	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.77	72.8
13	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.86	72.9
14	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.28	72.3
15	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	73.04	69.4
16	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.32	72.3
17	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	95%	73.42	69.7
18	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	72.11	72.1
19	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	71.70	71.7
20	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	71.46	71.5
21	Desde que entra varilla hasta el tope del Camporessi hasta que vuelve entrar la varilla hasta el tope del Camporessi	100%	71.72	71.7
			PROMEDIO	71.4
A	Desde que para la maquina, va y trae la varilla, la introduce, puesta a punto y pone a funcionar la máquina. (55 Unidades)	80%	95.93	76.74
			PROMEDIO	76.7

Fuente: Autores

Tabla 20-100. Suplementos asignados Torno Camporessi

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	4	2	18
A	9	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-101. Resumen de tiempos Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	72.83
Tiempo Asignado	85.88
Tiempo Tipo	88.54

Fuente: Autores

13.

Segueta sinfín

Referencias: Cuerpo - EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM

Tabla 20-102. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 M IPS			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	143.38	158.77	140.77	137.01	149.83
	157.81	141.90	150.41	151.83	142.52
MEDIA	147.423				
DESVIACIÓN	7.411428187				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.94846				

Fuente: Autores

Tabla 20-103. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	141.50	140.88	136.87	142.87	143.45
	149.62	150.52	151.23	158.89	157.76
MEDIA	147.359				
DESVIACIÓN	7.401120711				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.94718				

Fuente: Autores

Tabla 20-104. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H CTS			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	143.83	158.76	150.01	149.87	136.43
	157.70	142.09	140.98	151.72	142.34
MEDIA	147.373				
DESVIACIÓN	7.414772118				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.94746				

Fuente: Autores

Tabla 20-105. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 M IPS			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	160.00	157.23	141.35	151.05	149.12
	142.87	142.04	135.87	149.76	147.43
MEDIA	147.672				
DESVIACIÓN	7.418403242				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.95344				

Fuente: Autores

Tabla 20-106. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	151.54	149.53	158.32	140.33	141.11
	148.21	145.08	148.21	134.56	156.98
MEDIA	147.387				
DESVIACIÓN	7.407254777				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.94774				

Fuente: Autores

Tabla 20-107. Premuestra Cuerpo EM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EM 1/2			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
	PROCESO: Corte del acero hexagonal			FECHA: 18/04/09	
PREMUESTRA	140.32	160.43	144.56	151.18	140.03
	158.43	141.32	147.80	148.32	141.09
MEDIA	147.348				
DESVIACIÓN	7.423693001				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	2.94696				

Fuente: Autores

$N \approx 33$

Tabla 20-108. Muestra EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

PROCESO: Corte del acero hexagonal			MÁQUINA: Segueta Sinfín	
REFERENCIA: EMD - IPS/CTS			UNIDADES POR CICLO: 3 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: María Fernanda Villabona			FECHA: 18/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	120%	119.21	143.1
2	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	143.35	143.4
3	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	80%	180.24	144.2
4	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar,	90%	157.81	142.0

	hasta que vuelve a introducir los otros aceros.			
5	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	90%	158.77	142.9
6	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	115%	122.93	141.4
7	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	141.90	141.9
8	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	144.25	144.3
9	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	142.70	142.7
10	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	140.77	140.8
11	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	105%	135.90	142.7
12	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	85%	161.83	137.6
13	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	90%	153.59	138.2
14	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	95%	150.41	142.9
15	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	105%	137.01	143.9
16	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	140.61	140.6
17	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	85%	169.83	144.4
18	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	95%	147.43	140.1
19	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	115%	124.32	143.0
20	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	110%	128.49	141.3
21	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	95%	147.30	139.9
22	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	95%	150.38	142.9
23	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	90%	158.32	142.5
24	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	105%	137.24	144.1
25	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	144.21	144.2
26	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	90%	158.31	142.5
27	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	140.05	140.1
28	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	110%	128.34	141.2
29	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	105%	134.02	140.7
30	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	100%	142.19	142.2
31	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	95%	147.05	139.7
32	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	115%	123.59	142.1
33	Desde que introduce los 3 aceros hexagonales, cortar, hasta que vuelve a introducir los otros aceros.	110%	128.90	141.8
			PROMEDIO	142.0
A	Desde que va al caballete de materia prima saca los aceros hexagonales y los ubica en la cortadora de disco.	100%	168.32	168.3

	(144 unidades)			
			PROMEDIO	168.3

Fuente: Autores

Tabla 20-109. Suplementos asignados Seguenta sinfin

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	1	0	1	1	0	1	1	0	16
A	9	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-110. Resumen de tiempos EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

Tiempo Ciclo	143.14
Tiempo Asignado	166.01
Tiempo Tipo	167.69

Fuente: Autores

14. Taladro mecanizado

Referencias: Racor hembra - EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" H IPS

Tabla 20-111. Premuestra Racor hembra EMD 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: T. Mecanizado	
	PROCESO: Perforar el racor hembra			FECHA: 14/05/09	
PREMUESTRA	28.32	29.03	32.87	30.98	30.54
	29.48	30.01	31.95	28.04	29.12
MEDIA	30.034				
DESVIACIÓN	1.560969784				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60068				

Fuente: Autores

Tabla 20-112. Premuestra Racor hembra EMD 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H CTS			MÁQUINA: T. Mecanizado	
	PROCESO: Perforar el racor hembra			FECHA: 14/05/09	
PREMUESTRA	30.05	32.54	28.12	27.97	30.50
	29.07	32.03	29.68	31.08	28.99
MEDIA	30.003				
DESVIACIÓN	1.55041249				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60006				

Fuente: Autores

Tabla 20-113. Premuestra Racor hembra EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: T. Mecanizado	
	PROCESO: Perforar el racor hembra			FECHA: 14/05/09	
PREMUESTRA	31.21	32.00	31.03	28.43	29.43
	30.08	28.09	30.55	28.07	32.43
MEDIA	30.132				
DESVIACIÓN	1.589107366				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.60264				

Fuente: Autores

$$N = 34.55 \approx 35$$

Tabla 20-114. Muestra Racor Hembra EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" H IPS

PROCESO: Perforar el racor hembra		MÁQUINA: Taladro Mecanizado		
REFERENCIA: EMD IPS		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros		FECHA: 14/05/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.29	30.7
2	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	29.08	29.1
3	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	31.88	30.3
4	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.56	30.6
5	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.27	30.7
6	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	29.62	29.6
7	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	31.10	29.5
8	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.10	30.5
9	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	105%	28.90	30.3
10	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.00	30.4
11	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.39	30.1
12	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.99	31.0
13	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.80	30.8
14	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	31.87	30.3
15	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.43	30.4
16	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	31.80	30.2
17	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	29.25	29.3
18	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.24	30.6
19	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.29	30.0
20	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	34.27	30.8
21	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.24	29.9
22	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.25	30.6
23	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	31.91	30.3
24	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.71	30.7
25	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.21	30.6
26	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.52	30.2
27	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.26	29.9
28	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.80	31.2
29	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora,	95%	32.51	30.9

	hasta volver a coger otro racor sin perforar.			
30	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	29.34	29.3
31	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	100%	30.96	31.0
32	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	85%	35.38	30.1
33	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	90%	33.82	30.4
34	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.53	30.9
35	Desde que coge un racor, lo introduce al taladro, perfora, hasta volver a coger otro racor sin perforar.	95%	32.52	30.9
			PROMEDIO	30.3

Fuente: Autores

Tabla 20-115. Suplementos asignados Taladro mecanizado

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	13

Fuente: Autores

Tabla 20-116. Resumen de tiempos EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS

Tiempo Ciclo	30.34
Tiempo Asignado	34.29
Tiempo Tipo	34.63

Fuente: Autores

15. Control Numérico Computarizado (C.N.C.)

Referencias: Tuerca	-	CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2" – CU 3/8" – CU 1/2" – UU 3/8" – UU 1/2"
Tubo	-	CU 3/8" – CU 1/2"
Espigo doble MM	-	UU 3/8" – UU 1/2"
Espigo doble MH	-	UU 3/8" – UU 1/2"
Cuerpo	-	EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM
Racor hembra	-	EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" H IPS
Racor macho	-	EMD 1/2" M IPS – EMD 3/4" M IPS
Corazón	-	EM 1/2"

Tabla 20-117. Premuestra CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	43.21	45.87	46.54	47.82	42.12
	44.35	43.54	45.32	46.53	45.32
MEDIA	45.062				
DESVIACIÓN	1.752482683				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.90124				

Fuente: Autores

Tabla 20-118. Premuestra CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	43.50	46.57	43.12	45.38	46.48
	45.89	45.33	44.40	42.11	47.74
MEDIA	45.052				
DESVIACIÓN	1.75365523				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.90104				

Fuente: Autores

Tabla 20-119. Premuestra CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	46.32	46.61	42.08	43.65	45.88
	48.02	44.76	45.31	44.28	43.54
MEDIA	45.045				
DESVIACIÓN	1.743612151				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.9009				

Fuente: Autores

Tabla 20-120. Premuestra CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	44.32	43.88	45.30	46.23	42.02
	43.18	45.31	46.69	48.02	45.34
MEDIA	45.029				
DESVIACIÓN	1.754115478				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.90058				

Fuente: Autores

Tabla 20-121. Premuestra CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			FECHA: 23/04/09	
PREMUESTRA	42.00	45.19	47.87	46.02	43.54
	44.46	45.98	43.55	45.03	46.98
MEDIA	45.062				
DESVIACIÓN	1.753800952				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.90124				

Fuente: Autores

$$N = 19.63 \approx 20$$

Tabla 20-122. Muestra Tuerca CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Cortar y perforar Tuerca			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2 CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 23/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.77	44.8
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.53	44.5
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.06	44.1
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.28	44.3
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	45.18	45.2
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.08	44.1
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	43.41	45.6
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	43.52	45.7
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	43.74	43.7
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	43.90	43.9
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	45.85	45.9
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	45.00	45.0
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	43.00	43.0
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	46.30	44.0

15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	44.89	44.9
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	45.32	45.3
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	45.57	45.6
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	43.35	45.5
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	45.27	47.5
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	46.02	46.0
			PROMEDIO	44.9

Fuente: Autores

Tabla 20-123. Premuestra Tuerca UU3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Tuerca			FECHA: 09/04/09	
PREMUESTRA	40.03	41.02	44.05	46.01	41.27
	45.86	41.23	42.36	42.01	40.04
MEDIA	42.388				
DESVIACIÓN	2.201392489				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.84776				

Fuente: Autores

Tabla 20-124. Premuestra Tuerca UU1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Tuerca			FECHA: 09/04/09	
PREMUESTRA	40.87	41.21	46.08	41.13	43.05
	46.35	41.32	41.99	39.89	41.36
MEDIA	42.325				
DESVIACIÓN	2.200940456				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.8465				

Fuente: Autores

$$N = 34.50 \approx 35$$

Tabla 20-125. Muestra Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Fabricar Tuerca			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 09/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.21	42.2
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	45.65	41.1
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.69	42.7
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	44.46	42.2

5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.23	42.2
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	45.34	40.8
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	43.77	41.6
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	45.03	42.8
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	45.73	41.2
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.54	42.5
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.17	41.2
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	43.93	41.7
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	44.18	42.0
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.71	42.7
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	44.61	42.4
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.80	42.8
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	45.57	41.0
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	43.26	41.1
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	43.25	41.1
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	40.64	42.7
21	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.29	41.3
22	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.75	41.8
23	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	42.66	42.7
24	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	44.29	42.1
25	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.83	41.8
26	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	40.08	42.1
27	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.28	41.3
28	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.68	41.7
29	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	41.97	42.0
30	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	45.02	42.8
31	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	43.97	41.8
32	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	40.33	42.3
33	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	40.88	42.9
34	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	41.95	37.8
35	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	41.96	37.8
			PROMEDIO	41.7

Fuente: Autores

Tabla 20-126. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Perfilar Tubo			FECHA: 21/04/09	
PREMUESTRA	26.43	24.53	26.12	28.03	27.93
	25.67	27.39	25.76	27.32	26.87
MEDIA	26.605				
DESVIACIÓN	1.112736866				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.5321				

Fuente: Autores

Tabla 20-127. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Perfilar Tubo			FECHA: 21/04/09	
PREMUESTRA	27.83	24.50	26.54	25.82	27.41
	28.18	26.03	25.70	27.44	26.91
MEDIA	26.636				
DESVIACIÓN	1.135832539				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.53272				

Fuente: Autores

$$N \approx 23$$

Tabla 20-128. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Perfilar Tubo			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: CU 3/8 CU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 21/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.75	25.8
2	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	28.09	26.7
3	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	26.24	26.2
4	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	27.35	26.0
5	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.95	26.0
6	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	27.89	26.5
7	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	26.91	25.6
8	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	105%	25.07	26.3
9	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	28.14	26.7
10	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	26.83	26.8
11	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	105%	25.29	26.6
12	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	27.01	25.7
13	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que	95%	27.17	25.8

	introduce otro tubo a la maquina.			
14	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	26.25	26.3
15	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.76	25.8
16	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	26.31	26.3
17	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	27.78	26.4
18	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.97	26.0
19	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	105%	25.34	26.6
20	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	105%	24.95	26.2
21	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.36	25.4
22	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	25.96	26.0
23	Desde que introduce el tubo en el CNC hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	26.22	26.2
			PROMEDIO	26.2

Fuente: Autores

Tabla 20-129. Premuestra Tubo CU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Roscar Tubo			FECHA: 26/04/09	
PREMUESTRA	35.65	36.76	34.43	38.43	34.96
	34.54	35.96	37.05	37.98	36.23
MEDIA	36.199				
DESVIACIÓN	1.372932385				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.72398				

Fuente: Autores

Tabla 20-130. Premuestra Tubo CU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Roscar Tubo			FECHA: 26/04/09	
PREMUESTRA	37.01	38.50	35.08	36.94	35.58
	34.41	37.97	36.04	36.10	34.59
MEDIA	36.222				
DESVIACIÓN	1.378096916				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.72444				

Fuente: Autores

$$N = 18.40 \approx 19$$

Tabla 20-131. Muestra Tubo CU 3/8", CU 1/2"

PROCESO: Roscar Tubo		MÁQUINA: CNC		
REFERENCIA: CU 3/8 CU 1/2		UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad		
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros		FECHA: 26/04/09		
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.06	35.2
2	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	35.86	35.9
3	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	36.38	36.4
4	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.58	35.7
5	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	36.07	36.1
6	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	38.17	36.3
7	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	37.11	37.1
8	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	36.20	36.2
9	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	38.44	36.5
10	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	35.76	35.8
11	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	35.35	35.4
12	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.22	35.4
13	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.39	35.5
14	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.39	35.5
15	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	37.68	35.8
16	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	36.86	36.9
17	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	95%	38.01	36.1
18	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	36.09	36.1
19	Desde que introduce el tubo en el CNC, lo rosca, hasta que introduce otro tubo a la maquina.	100%	35.41	35.4
			PROMEDIO	36.0

Fuente: Autores

Tabla 20-132. Premuestra Espigo doble H UU3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Espigo Doble H			FECHA: 10/04/09	
PREMUESTRA	119.5	118.54	124.56	122.34	123.03
	118.94	123.42	118.04	124.06	118.31
MEDIA	121.074				
DESVIACIÓN	2.630974471				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.21074				

Fuente: Autores

Tabla 20-133. Premuestra Espigo doble H UU1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Espigo Doble H			FECHA: 10/04/09	
PREMUESTRA	122.45	124.65	118.45	118.28	119.63
	124.02	118.14	123.00	123.32	118.99
MEDIA	121.093				
DESVIACIÓN	2.621255212				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.21093				

Fuente: Autores

$$N \approx 25$$

Tabla 20-134. Muestra Espigo doble H UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Fabricar Espigo Doble H			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 10/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	122.13	122.1
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.43	120.4
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.84	120.8
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.97	122.0
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.35	121.4
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	122.53	122.5
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.53	121.5
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.67	120.7
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	122.38	122.4
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.74	120.7
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	119.87	119.9
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.63	121.6
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.79	121.8
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	122.25	122.3
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	119.67	119.7
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.91	120.9
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	122.68	116.5
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.36	120.4
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	119.92	119.9
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que	100%	119.52	119.5

	coge el otro metal.			
21	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	119.94	119.9
22	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.26	121.3
23	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.82	120.8
24	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	121.86	121.9
25	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	120.59	120.6
			PROMEDIO	120.9

Fuente: Autores

Tabla 20-135. Premuestra Espigo doble M UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Espigo Doble M			FECHA: 04/05/09	
PREMUESTRA	140.01	143.72	145.98	139.96	146.95
	141.29	141.27	146.87	146.38	147.82
MEDIA	144.025				
DESVIACIÓN	3.130982274				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.44025				

Fuente: Autores

Tabla 20-136. Premuestra Espigo doble M UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricar Espigo Doble M			FECHA: 04/05/09	
PREMUESTRA	148.00	146.05	140.21	143.77	139.87
	146.98	146.77	146.32	141.20	141.32
MEDIA	144.049				
DESVIACIÓN	3.137771502				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.44049				

Fuente: Autores

$N \approx 25$

Tabla 20-137. Muestra Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Fabricar Espigo Doble M			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: UU 3/8			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 04/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.93	143.9
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	146.59	139.3

3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.31	144.3
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.67	145.7
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.95	144.0
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	146.35	146.3
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.14	145.1
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.86	143.9
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	146.65	146.6
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.92	144.9
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.13	143.1
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.26	145.3
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.45	145.5
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.32	144.3
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.79	145.8
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.39	144.4
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	146.53	139.2
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	146.07	144.0
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.19	143.2
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	142.72	142.7
21	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.22	143.2
22	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	143.76	144.0
23	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.28	144.3
24	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	145.54	145.5
25	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	144.00	144.0
			PROMEDIO	144.2

Fuente: Autores

Tabla 20-138. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 M IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	94.38	95.84	92.36	97.23	93.58
	93.13	97.43	91.02	98.50	91.25
MEDIA	94.472				
DESVIACIÓN	2.662825567				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.94472				

Fuente: Autores

Tabla 20-139. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	91.20	90.87	97.43	96.97	94.58
	93.65	92.62	98.76	95.99	93.75
MEDIA	94.582				
DESVIACIÓN	2.664143807				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.94582				

Fuente: Autores

Tabla 20-140. Premuestra Cuerpo EMD 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H CTS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	94.58	98.21	93.64	90.98	95.72
	97.65	92.40	91.32	97.52	93.08
MEDIA	94.510				
DESVIACIÓN	2.666033258				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.9451				

Fuente: Autores

Tabla 20-141. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 M IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	95.87	94.50	97.35	90.78	94.00
	96.97	93.01	98.67	92.47	9132
MEDIA	94.494				
DESVIACIÓN	2.667304924				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.94494				

Fuente: Autores

Tabla 20-142. Premuestra Cuerpo EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	98.02	92.76	91.34	93.27	95.81
	97.54	90.53	93.69	94.48	97.65
MEDIA	94.509				
DESVIACIÓN	2.671106512				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.94509				

Fuente: Autores

Tabla 20-143. Premuestra Cuerpo EM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Mecanizar cuerpos			FECHA: 13/04/09	
PREMUESTRA	97.03	93.63	97.11	90.65	91.52
	92.54	97.54	97.10	92.34	95.76
MEDIA	94.522				
DESVIACIÓN	2.661752973				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	0.94522				

Fuente: Autores

$N \approx 41$

Tabla 20-144. Muestra Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

PROCESO: Mecanizar cuerpos			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: EMD IPS/CTS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 13/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.20	93.2
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.52	95.5
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.53	93.5
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.72	94.7
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.22	93.2
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.31	95.3
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.26	94.3
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.35	93.3
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.57	95.6
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.43	93.4
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.50	92.5
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.36	94.4
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.53	94.5
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.54	93.5
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.82	94.8
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.60	93.6
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.47	95.5
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.24	93.2
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.56	92.6
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que	100%	92.14	92.1

	coge el otro metal.			
21	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.58	92.6
22	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.23	93.2
23	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.51	93.5
24	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.61	94.6
25	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.26	93.3
26	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.44	92.4
27	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.57	92.6
28	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.85	92.8
29	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.04	93.0
30	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.43	95.4
31	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.39	94.4
32	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	91.94	91.9
33	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.31	92.3
34	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.03	93.0
35	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.03	93.0
36	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	93.55	93.6
37	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.09	95.1
38	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	92.36	92.4
39	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.72	94.7
40	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	95.64	95.6
41	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	94.37	94.4
			PROMEDIO	93.7

Fuente: Autores

Tabla 20-145. Premuestra Racor macho EMD 1/2" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 M IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del racor macho			FECHA: 14/04/09	
PREMUESTRA	157.02	155.32	157.02	160.35	161.92
	157.82	162.03	156.03	157.29	159.38
MEDIA	158.418				
DESVIACIÓN	2.375980733				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.58418				

Fuente: Autores

Tabla 20-146. Premuestra Racor macho EMD 3/4" M IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 M IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del racor macho			FECHA: 14/04/09	
PREMUESTRA	159.76	155.12	157.43	157.15	161.88
	160.21	156.18	157.01	157.34	161.87
MEDIA	158.395				
DESVIACIÓN	2.369309557				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.58395				

Fuente: Autores

$N \approx 12$

Tabla 20-147. Muestra Racor macho EMD 1/2" M IPS, EMD 3/4" M IPS

PROCESO: Fabricación del racor macho			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: EMD IPS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 14/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	157.49	157.5
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	160.19	160.2
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	157.37	157.4
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	159.26	159.3
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	157.51	157.5
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	159.94	159.9
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	158.71	158.7
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	157.66	157.7
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	159.75	159.8
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	158.45	158.5
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	156.68	156.7
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	158.84	158.8
			PROMEDIO	158.5

Fuente: Autores

Tabla 20-148. Premuestra Racor hembra EMD 1/2" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 1/2 H IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del racor hembra			FECHA: 28/04/09	
PREMUESTRA	136.43	140.94	137.38	140.99	135.76
	135.32	138.55	140.23	142.32	138.40
MEDIA	138.632				
DESVIACIÓN	2.420664739				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.38632				

Fuente: Autores

Tabla 20-149. Premuestra Racor hembra EMD 3/4" H IPS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD 3/4 H IPS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del racor hembra			FECHA: 28/04/09	
PREMUESTRA	138.54	141.66	135.02	141.00	137.87
	135.42	141.03	136.38	138.65	140.54
MEDIA	138.611				
DESVIACIÓN	2.430982655				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.38611				

Fuente: Autores

$$N \approx 16$$

Tabla 20-150. Muestra Racor hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 3/4" H IPS

PROCESO: Fabricación del racor hembra			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: EMD IPS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 28/04/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.45	137.5
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	140.68	140.7
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.91	137.9
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	139.57	139.6
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.48	137.5
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	140.39	140.4
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	138.92	138.9
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.66	137.7
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	140.06	140.1
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.77	137.8
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	136.48	136.5
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	139.07	139.1
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	139.30	139.3
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.92	137.9
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	139.71	139.7
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	137.01	137.0
			PROMEDIO	138.6

Fuente: Autores

Tabla 20-151. Premuestra Racor hembra EMD 1/2" H CTS

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EMD CTS			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del racor hembra			FECHA: 07/05/09	
PREMUESTRA	154.76	148.30	145.65	153.71	146.98
	150.82	147.98	150.34	149.21	152.37
MEDIA	150.012				
DESVIACIÓN	2.952636487				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.50012				

Fuente: Autores

$N \approx 20$

Tabla 20-152. Muestra Racor hembra EMD 1/2" H CTS

PROCESO: Fabricación del racor hembra			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: EMD CTS			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 07/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	151.46	151.5
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	155.43	147.7
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	152.10	152.1
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	154.45	146.7
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	151.49	151.5
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	155.61	147.8
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	153.53	145.9
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	151.05	151.1
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	156.13	148.3
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	153.09	153.1
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	150.08	150.1
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	153.75	153.8
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	154.07	146.4
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	152.12	152.1
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	154.65	146.9
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	152.25	152.3
17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	155.92	148.1
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	151.53	151.5
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	150.19	150.2

20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	149.37	149.4
			PROMEDIO	149.8

Fuente: Autores

Tabla 20-153. Premuestra Corazón EM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: EM 1/2			MÁQUINA: CNC	
	PROCESO: Fabricación del corazón			FECHA: 28/05/09	
PREMUESTRA	30.27	40.32	35.43	32.11	33.42
	35.49	38.43	38.45	33.85	37.43
MEDIA	35.52				
DESVIACIÓN	3.164729232				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.0656				

Fuente: Autores

$$N = 45.13 \approx 46$$

Tabla 20-154. Muestra Corazón EM 1/2"

PROCESO: Fabricación del corazón			MÁQUINA: CNC	
REFERENCIA: EM 1/2			UNIDADES POR CICLO: 1 Unidad	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 28/05/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.07	34.1
2	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	37.22	33.5
3	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.51	34.5
4	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.13	34.3
5	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.09	34.1
6	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.93	35.1
7	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.50	35.5
8	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.27	34.3
9	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	37.29	33.6
10	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.37	34.4
11	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.12	34.8
12	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.64	35.6
13	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	35.87	34.1
14	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.53	34.5
15	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.27	34.5
16	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.61	34.6

17	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	37.14	35.3
18	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	34.12	35.8
19	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.19	34.8
20	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	110%	32.63	35.9
21	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.23	34.9
22	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.11	34.1
23	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.48	34.5
24	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	35.97	34.2
25	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	34.15	35.9
26	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.04	34.7
27	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.21	34.9
28	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.59	35.3
29	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.85	35.5
30	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	37.10	35.2
31	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.68	35.7
32	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	110%	32.35	35.6
33	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	32.85	34.5
34	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.83	35.5
35	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	33.84	35.5
36	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	34.54	34.5
37	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.63	34.8
38	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	105%	32.93	34.6
39	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.12	34.3
40	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	37.38	35.5
41	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.65	35.7
42	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.67	34.8
43	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.38	35.4
44	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	100%	35.16	35.2
45	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	95%	36.04	34.2
46	Desde que coge el metal y lo introduce al CNC hasta que coge el otro metal.	90%	37.34	33.6
			PROMEDIO	34.8

Fuente: Autores

Tabla 20-155. Suplementos asignados C.N.C.

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12

Fuente: Autores

Tabla 20-156. Resumen de tiempos Tuerca CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	44.93
Tiempo Asignado	50.32
Tiempo Tipo	50.82

Fuente: Autores

Tabla 20-157. Resumen de tiempos Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	41.71
Tiempo Asignado	46.72
Tiempo Tipo	47.19

Fuente: Autores

Tabla 20-158. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	26.16
Tiempo Asignado	29.30
Tiempo Tipo	29.59

Fuente: Autores

Tabla 20-159. Resumen de tiempos Tubo CU 3/8", CU 1/2"

Tiempo Ciclo	35.95
Tiempo Asignado	40.27
Tiempo Tipo	40.67

Fuente: Autores

Tabla 20-160. Resumen de tiempos Espigo doble H UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	120.86
Tiempo Asignado	135.36
Tiempo Tipo	136.73

Fuente: Autores

Tabla 20-161. Resumen de tiempos Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	144.76
Tiempo Asignado	162.13
Tiempo Tipo	163.77

Fuente: Autores

Tabla 20-162. Resumen de tiempos Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

Tiempo Ciclo	93.73
Tiempo Asignado	104.97
Tiempo Tipo	106.04

Fuente: Autores

Tabla 20-163. Resumen de tiempos Racor macho EMD 1/2" M IPS, EMD 3/4" M IPS

Tiempo Ciclo	158.49
Tiempo Asignado	177.51
Tiempo Tipo	179.30

Fuente: Autores

Tabla 20-164. Resumen de tiempos Racor hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 3/4" H IPS

Tiempo Ciclo	138.59
Tiempo Asignado	155.22
Tiempo Tipo	156.78

Fuente: Autores

Tabla 20-165. Resumen de tiempos Racor hembra EMD 1/2" H CTS

Tiempo Ciclo	149.81
Tiempo Asignado	167.79
Tiempo Tipo	169.49

Fuente: Autores

Tabla 20-166. Resumen de tiempos Corazón EM 1/2"

Tiempo Ciclo	34.82
Tiempo Asignado	39.00
Tiempo Tipo	39.39

Fuente: Autores

16. Dispositivo de carasplanas

Referencias: Espigo - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"

Espigo Sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

Espigo Doble M - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 20-167. Premuestra Espigo CMP 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CMP 1/2			MÁQUINA: D. Carasplanas	
	PROCESO: Caras Planas al espigo			FECHA: 18/08/09	
PREMUESTRA	46.09	56.43	56.31	57.32	50.65
	48.54	53.45	55.3	56.78	54.54
MEDIA	53.541				
DESVIACIÓN	3.855317972				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.338525				

Fuente: Autores

Tabla 20-168. Premuestra Espigo CM 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CM ½			MÁQUINA: D. Carasplanas	
	PROCESO: Caras Planas al espigo			FECHA: 18/08/09	
PREMUESTRA	46.87	55.43	56.87	57.49	51.85
	47.54	52.34	56	56.23	55.32
MEDIA	53.595				
DESVIACIÓN	3.822091341				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.33985				

Fuente: Autores

Tabla 20-169. Premuestra Espigo CC 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: CC ½			MÁQUINA: D. Carasplanas	
	PROCESO: Caras Planas al espigo			FECHA: 18/08/09	
PREMUESTRA	50.54	56.43	46.51	57.96	55.43
	49.65	51.02	54.32	56.45	56.87
MEDIA	53.518				
DESVIACIÓN	3.822805253				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.33795				

Fuente: Autores

N ≈ 43

Tabla 20-170. Muestra Espigo CMP 1/2" CM 1/2" CC 1/2"

PROCESO: Caras Planas al espigo			MÁQUINA: Dispositivo Carasplanas	
REFERENCIA: CMP 1/2 CM 1/2 CC 1/2			UNIDADES POR CICLO: 9 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 18/08/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.87	52.9
2	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin	105%	48.44	50.9

	carasplanas.			
3	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.39	52.4
4	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	50.60	50.6
5	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.84	52.8
6	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	49.23	51.7
7	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	51.38	51.4
8	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.65	52.6
9	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	48.17	50.6
10	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.53	52.5
11	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.15	51.4
12	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	51.21	51.2
13	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	50.94	50.9
14	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.38	52.4
15	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	50.40	50.4
16	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.29	52.3
17	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	48.68	51.1
18	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.81	52.8
19	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.03	51.3
20	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	55.17	52.4
21	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	53.97	51.3
22	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.82	52.8
23	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.43	52.4

24	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	50.81	50.8
25	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.77	52.8
26	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.30	51.6
27	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.00	51.3
28	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	53.46	50.8
29	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	53.12	50.5
30	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	48.82	51.3
31	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	51.17	51.2
32	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	90%	56.46	50.8
33	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.65	51.9
34	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	53.15	50.5
35	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	53.14	50.5
36	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	52.36	52.4
37	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	49.83	52.3
38	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	54.49	51.8
39	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	50.61	50.6
40	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	47.68	50.1
41	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	51.21	51.2
42	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	49.75	52.2
43	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	51.51	51.5
			PROMEDIO	51.6

Fuente: Autores

Tabla 20-171. Premuestra Espigo UU 3/8"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 3/8			MÁQUINA: D. Carasplanas	
	PROCESO: Caras Planas al espigo			FECHA: 20/08/09	
PREMUESTRA	62.35	59.32	58.43	67.00	58.76
	63.21	60.45	65.43	66.41	58.43
MEDIA	61.979				
DESVIACIÓN	3.388993459				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.23958				

Fuente: Autores

Tabla 20-172. Premuestra Espigo UU 1/2"

Unidad de Tiempo: Segundos	REFERENCIA: UU 1/2			MÁQUINA: D. Carasplanas	
	PROCESO: Caras Planas al espigo			FECHA: 20/08/09	
PREMUESTRA	57.76	65.74	65.32	58.34	59.73
	58.54	65.32	60.21	65.12	63.45
MEDIA	61.953				
DESVIACIÓN	3.32580834				
Nivel de confianza	95%	Grados de libertad	9	Valor t-student	2.262
Error (segundos)	1.23906				

Fuente: Autores

Tabla 20-173. Muestra Espigo UU 3/8", UU 1/2"

PROCESO: Caras Planas al espigo			MÁQUINA: Dispositivo Carasplanas	
REFERENCIA: UU 3/8 UU 1/2			UNIDADES POR CICLO: 12 Unidades	
NOMBRE DEL ANALISTA: Omar Ballesteros			FECHA: 20/08/09	
C	ELEMENTOS	VALORACIÓN (%)	TIEMPO OBSERVADO (SEGUNDOS)	TIEMPO NORMALIZADO (SEGUNDOS)
1	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.46	62.5
2	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	59.33	62.3
3	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.15	62.2
4	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	60.87	60.9
5	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.45	62.4
6	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	59.89	62.9
7	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	61.43	61.4
8	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.32	62.3
9	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	59.13	62.1
10	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.24	62.2
11	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.31	60.1
12	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	61.31	61.3
13	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	61.12	61.1

	la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.			
14	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.14	62.1
15	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	60.73	60.7
16	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.09	62.1
17	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	59.50	62.5
18	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.43	62.4
19	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.23	60.1
20	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.99	60.8
21	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.20	60.0
22	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.44	62.4
23	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.17	62.2
24	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	61.02	61.0
25	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.40	62.4
26	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.41	60.2
27	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.21	60.1
28	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	62.85	59.7
29	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	62.63	59.5
30	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	59.60	62.6
31	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	61.28	61.3
32	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	90%	64.84	58.4
33	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.64	60.5
34	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	62.65	59.5
35	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	62.64	59.5
36	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	62.13	62.1
37	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	105%	60.32	63.3
38	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	95%	63.54	60.4
39	Desde que coge el primer espigo, lo introduce, lo pasa por la maquina y vuelve a coger otro espigo sin carasplanas.	100%	60.88	60.9
			PROMEDIO	61.3

Fuente: Autores

Tabla 20-174. Suplementos asignados Dispositivo de carasplanas

ELEMENTOS	Constantes	De Pie	Postura Anormal	Fuerza Muscular	Iluminación	Condiciones atmosféricas	Concentración	Ruido	Tensión Mental	Monotonía	Tedio	TOTAL
1	9	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	14

Fuente: Autores

Tabla 20-175. Resumen de tiempos Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

Tiempo Ciclo	51.56
Tiempo Asignado	58.78
Tiempo Tipo	60.60

Fuente: Autores

Tabla 20-176. Resumen de tiempos Espigo UU 3/8", UU 1/2"

Tiempo Ciclo	61.29
Tiempo Asignado	69.88
Tiempo Tipo	72.04

Fuente: Autores

ANEXO 21

TIEMPOS DE GALVANIZADO Y PINTURA

Tabal 21-1. Tiempos de galvanizado y pintura

REFERENCIA		Cantidad de Piezas	Tiempo (s)
Conector Medidor con Plato CMP 1/2" Conector Ciego CC 1/2"	Espigo	160	3000
	Tuerca con plato	160	3000
Conector Medidor CM 1/2"	Espigo	160	3000
	Tuerca	160	3000
*Conector Curvo CU 3/8" *Conector Curvo CU 1/2"	Tubo	300	10800
	Tuerca con plato	300	10800
Unión Universal UU 3/8" MM Unión Universal UU 3/8" MH	Espigo sencillo	160	1800
	Tuerca	160	1800
	Espigo doble M/H	160	1800
Unión Universal UU 1/2" MM Unión Universal UU 1/2" MH	Espigo sencillo	160	3000
	Tuerca	160	3000
	Espigo doble M/H	160	3000
Elevador Modular EMD 1/2" M IPS Elevador Modular EMD 3/4" M IPS	Cuerpo	60	3000
	Racor M IPS	160	3000
Elevador Modular EMD 1/2" H IPS Elevador Modular EMD 3/4" H IPS	Cuerpo	60	3000
	Racor H IPS	160	3000
Elevador Modular EMD 1/2" H CTS	Cuerpo	60	3000
	Racor H CTS	160	3000
Elevador Monolítico EM 1/2"	Cuerpo	60	3000
	Corazón	160	3000

Fuente: Autores

* Productos que son procesados en la zona de pintura electrostática.

ANEXO 22

TIEMPOS DE ALISTAMIENTO

En la tabla 22-1 se presentan los tiempos de alistamiento de cada una de las maquinas de la línea de gas, estos tiempos son un promedio de los datos encontrados en los reportes de actividades diarias y validados por el coordinador del área de mantenimiento.

Tabla 22-1. Tiempos de alistamiento

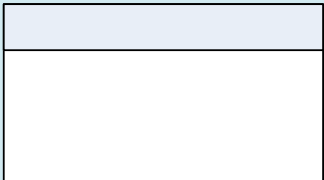
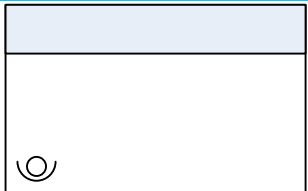
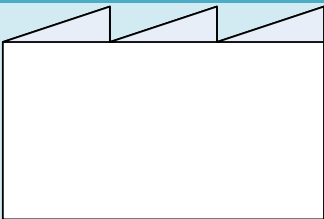
MÁQUINA	TIEMPO DE ALISTAMIENTO (Segundos)
TORNO DANOBAT	1800
TALADRO D.	0
FRESA MILWAUKEE	1500
ROSCADORA	3600
C.N.C.	2700
TALADRO C.	2600
WARNER I	2700
WARNER II	2700
CORTADORA DISCO	0
ESMERIL	0
PRENSA HIDRAULICA	600
DOBLADORA ZETOR	1200
TORNO CAMPORESSI	2700
SEGUETA SINFÍN	1500
TALADRO MECANIZADO	2600
DISPOSITIVO CARASPLANAS	1200
GALVANIZADO	1800
PINTURA	1800

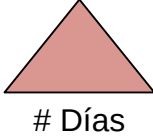
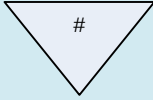
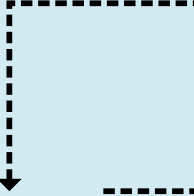
Fuente: Autores

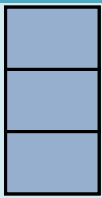
ANEXO 23

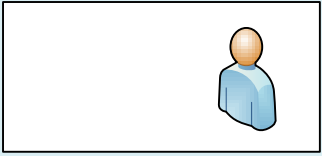
SIMBOLOS E ICONOS DEL VALUE STREAM MAPPING

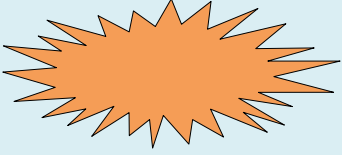
Tabla 23-1. Iconos utilizados en el Value Stream Mapping

ICONOS	REPRESENTA	NOTAS
	Control	Esta caja representa el departamento que controla y planifica la producción, normalmente conocido como el departamento de planeación.
	Proceso	Este icono puede ser un proceso, una operación o una maquina a través del cual existe un flujo continuado de material y dice el número de operarios que intervienen.
	Fuentes externas	Este icono representa al cliente cuando se sitúa a la parte derecha del mapa y al proveedor cuando se sitúa en la parte izquierda.
	Caja de datos	Este icono se sitúa en el centro o bajo los procesos y contiene la información o datos significantes para analizar el sistema como lo es el tiempo de ciclo y el tiempo de alistamiento.
	Recepción o envíos externos	Envíos de materias primas por parte de los proveedores o envíos de productos terminados hacia el cliente.

	Inventarios	Estos iconos representan puntos de inventarios intermedios entre dos procesos, también representa el inventario de materias primas y el de producto terminado. Debajo de este icono se indica el tiempo que dura el material almacenado.
	Lote	Este icono representa el lote controlado de inventario entre los procesos. Dentro se indica la cantidad de piezas por lote.
	Movimiento de material "push"	Esta flecha rayada representa el empuje del material de un proceso a otro, sin preocuparse de las necesidades del proceso siguiente.
	Movimiento de material "pull"	Esta flecha blanca representa el movimiento de un material de un proceso a otro, manteniendo en la mayoría de los casos el inventario de proceso en cero.
	Movimiento de material "FIFO"	Este icono representa el inventario donde se sigue la regla de First-In-First.Out.
	Flecha de retirada o ingreso	Esta flecha indica el retiro y el ingreso de algún material en los supermercados.
	Supermercado	Este icono representa un inventario controlado de piezas que se emplea para programar la producción.

	Stock de Seguridad	Este icono representa la parte de stock adicional para prevenir el sistema de posibles fluctuaciones en la demanda de los clientes o debido a alguna avería en el sistema.
	Flujo de información electrónica	Este icono en zig – zag representa el flujo de informaciones electrónica, ya sea internet, intranets, u otras.
	Flujo de información escrita	Este icono representa los formatos diligenciados a mano que pasan de un operario a operario o almacén.
	Flujo de información verbal	Este icono representa el flujo que hay de información verbal, por lo general se presenta del supervisor hacia los operarios.

	Supervisor	Este icono representa los supervisores de la línea o de la sección, encargados de transmitir la información a los operarios.
	Kanban de retirada	Tarjeta o elemento que ordena a coger y transportar piezas, por ejemplo de un supermercado al proceso consumidor.
	Kanban de producción	Tarjeta o elemento que representa que tipo de producto y en qué cantidad se debe producir.
	Nivelación de la carga	Herramienta que se utiliza para interceptar lotes de Kanban y nivelar el volumen y el mix de los mismos para un periodo de tiempo.

	Explosión Kaizen	Este icono se usa para remarcar mejoras hechas en la cadena de suministro en el estado futuro del Value Stream Mapping (VSM).
	Otros	Se utilizan cajas para escribir otra información relevante.
	Línea de tiempo	La línea de tiempo muestra los tiempos de ciclo que añaden valor (V.A.=Value Added) y los tiempos de actividades que no añaden valor (N.V.A.= Non-Value Added) se utiliza para calcular el tiempo total de suministro (Lead Time) y el tiempo total de proceso (Processing Time)

Fuente: Autores

ANEXO 24

LISTA DE CHEQUEO DE DESPILFARROS LÍNEA DE GAS

Se utiliza la misma metodología de evaluación utilizada en el diagnóstico de la planta.

LISTA DE CHEQUEO DE DESPILFARROS		SECCIÓN: LINEA DE GAS			FECHA	
		REVISADO:			ABRIL 20/2009	
1. Muy bajo 2. Bajo 3. Medio 4. Medio alto 5. Alto						
TIPO	DESCRIPCIÓN	EXISTE		MAGNITUD	CAUSA	
		SI	NO			
PERSONAS	Existen desplazamientos constantes a otros lugares para traer herramientas o materiales	x		5	Las distancias entre la maquinaria y los procesos en la línea de gas son grandes, lo que ocasiona el desplazamiento.	
					La bodega donde se guarda el producto terminado se encuentra lejos de la zona de ensamble, y de la zona donde es despachado el producto, por lo cual se incurre en un desplazamiento innecesario.	
					Algunos operarios no cuentan con la herramienta necesaria, por lo que deben ir a otros puestos y centros de trabajo a buscarla	
					La planta cuenta con un patín para el manejo de residuos de las máquinas.	
	Es usual la búsqueda de herramientas en el lugar de trabajo	x		3	Los operarios no cuentan con una ubicación ordenada de las herramientas, provocando pérdidas de tiempo	
Existen observaciones por parte de los operarios cuando trabajan con máquinas automáticas	x		2	Sólo se cuenta con tres tornos de control numérico computarizado (C.N.C), y cuando es posible el operario realiza otra operación como desbaste.		
Los operarios realizan inspecciones constantemente	x		4	Es del 100% en producto terminado, durante el proceso no se realiza inspección.		

MAQUINAS	Existen máquinas que hacen obligatorio el trabajo por lotes	x		4	Debido a que los tiempos de puesta a punto. Los pedidos que realizan los clientes son de grandes cantidades (promedio de 7500 piezas) debido al uso que tienen los accesorios
	Existen máquinas en mal estado	x		3	A la maquinaria de la planta no se le hace un mantenimiento preventivo, solo correctivo.
	Existen máquinas de poco uso	x		2	Existe una máquina que está fuera de servicio dentro de la línea de accesorios de gas, se reemplazo por el torno Danobat.
	Existen transportadores automáticos		x		Existe un operario patín para transportar producto en proceso, y desperdicios de las máquinas.
	Ausencia de mantenimiento de las máquinas	x		4	Como se mencionó antes, la empresa sólo realiza mantenimiento correctivo.
	La ubicación de las máquinas dificulta el flujo de recorrido de los productos	x		4	Las máquinas han sido ubicadas donde existe el espacio para ello (unos fueron ubicadas en la entrada principal, teniendo que acondicionar otra entrada), sin tener en cuenta el proceso ni las relaciones de proximidad entre los procesos.
MATERIAL	Existe exceso de inventario de materia prima	x		3	Existe materia prima que es comprada en Inglaterra, pues el tiempo de suministro es en promedio de 3 meses (tiempo que demora la importación).
	Empleo de materiales de partes costosas que pueden ser reemplazadas por otras	x		2	Actualmente y debido a la alta competencia la empresa está realizando pruebas e investigaciones para cambios en la materia prima y/o procesos productivos.
	Se encuentran muchos sobrantes, retales o residuos de materia prima	x		3	La materia prima que se considera defectuosa es almacenada para realizar una futura revisión y clasificación para reprocesar o desechar. Se encuentran grandes cantidades de este tipo de producto de varios años atrás.

	Existe exceso de inventario de productos en proceso	x		4	C.N.C adelanta la producción y ésta queda en espera para el siguiente proceso, debido a que los pedidos son de grandes cantidades. Los operarios hacen y hacen piezas y las almacenan en tanques para la espera del siguiente proceso.
				3	Ocasionado por las diferencias en los tiempos de fabricación.
				4	Se adelantan piezas para futuros pedidos o simplemente para tener un stock de seguridad.
	Existe exceso de inventario de productos terminados	x		2	Se adelantan piezas para futuros pedidos o simplemente para tener un stock de seguridad.
METODO	Existen muchos desplazamientos del producto hasta llegar al cliente final	x		4	Largas distancias recorridas durante todo el proceso productivo.
	Es inadecuada la forma como se ha diseñado el proceso		x		Realmente se han realizado varias pruebas a través de los años logrando el proceso de fabricación actual, donde los tiempos y métodos han sido los mejores.
	Error en la planeación del proceso	x		3	No están estandarizados los procesos de suministrar la materia prima No se conoce la capacidad real de las máquinas
	Maquinaria no adecuada	x		3	Existe en la línea un par de máquinas muy antiguas, pero de todas maneras sirven.
	Existe demasiado producto en proceso, en espera para ser procesado	x		4	Mencionado anteriormente
ADMINIS TRACION	Hay ausencia o exceso de comunicación interna eficiente	x		1	Se realizan reuniones todos los días con los supervisores
CALIDAD	Se generan productos defectuosos con frecuencia	x		3	A través de toda la línea de gas.
				3	Las máquinas se desajustan y se produce piezas defectuosas
				4	El operario no revisa la pieza.
				2	Materia prima que viene defectuosa

	Se realiza inspección al producto terminado	x		4	En la zona de ensamble es del 100%.
			x	2	No se realiza inspección durante la producción.
	Existen reprocesos	x		3	Material defectuoso que puede ser recuperado para la producción. Pero en la mayoría de los casos nunca hay tiempo para este reproceso.
SEGURIDAD	Hay algún riesgo que atente contra la salud	x		4	La maquinaria utilizada es un constante riesgo para la salud de los operarios. Los accidentes generan paros en la producción
	Las condiciones físicas, ambientales y luminosas de la planta son inadecuadas	x		2	Calor, rayos solares incomodando. Puestos de trabajo mal diseñados. Todo esto genera indisposición y fatiga, que traen consigo desperdicio de tiempo y piezas mal procesadas

ANEXO 25

LISTA DE CHEQUEO Y ANÁLISIS DE 5S's DE LA LÍNEA DE GAS

Tabla 25-1. Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS	SECCIÓN: LINEA DE GAS	FECHA				
	REVISADO:	ABRIL 20/2009				
1. Menor grado de cumplimiento		5. Mayor grado de cumplimiento				
PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):		1	2	3	4	5
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?				x		
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?		x				
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?					x	
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?				x		
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?				x		
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?			x			
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?			x			
TOTAL		18				
PARA ORDEN:						
¿Las cosas que son necesarias están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?				x		
¿Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas?			x			
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?				x		
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?			x			
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?			x			
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?			x			
¿En las bodegas y almacenes se consigue rapidamente lo que se necesita?				x		
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen ?			x			
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?			x			
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?						x
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?			x			

	TOTAL	28				
<u>PARA LIMPIEZA:</u>						
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?	x					
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?	x					
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?		x				
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?		x				
¿Los archivadores de las oficinas están libres de polvo o suciedad, manchas de tinto, comida?			x			
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?		x				
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?		x				
	TOTAL	14				
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>						
¿Están los uniformes u overoles sucios?		x				
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?		x				
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?			x			
¿Hay goteras en los techos?	x					
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?				x		
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?		x				
¿Se respetan las áreas de trabajo?		x				
	TOTAL	16				
<u>PARA DISCIPLINA:</u>						
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?			x			
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?		x				
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?		x				
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?				x		
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?				x		
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?		x				
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?			x			
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				x		
	TOTAL	24				

Fuente: Autores

ANÁLISIS

A continuación se presentan las observaciones conforme al análisis realizado.

1. Seiri (Clasificar o despejar):

- En todo el proceso productivo se encuentra producto defectuoso, ya sea por devoluciones o por defectos en la producción. En la zona de ensamble se encuentra demasiado producto defectuoso el cual espera por ser reprocesado. En C.N.C se encuentran estantes cerca de las máquinas con producto defectuoso.
- Se puede observar mugre, papeles de comida y dulce y botellas vacías de gaseosa o jugos cerca de las máquinas.
- Los operarios no cuentan con cajas de herramientas para cada máquina, existen unas cajas que son manejadas por la sección de ensamble, pero no se encuentran ordenadas ni clasificadas.
- Las paredes se encuentran en mal estado, sucias y manchadas por la grasa que diariamente es utilizada en cada uno de los diferentes procesos. En algunas partes los pisos se encuentran con huecos y desniveles.

Ilustración 96. Producto defectuoso y listo para ensamble en el piso mezclado con la producción actual y material para el embalaje del producto terminado.



Fuente: Autores

Ilustración 2. Herramienta encima de las



máquinas

Fuente: Autores

Ilustración 97. Producto defectuoso cerca de las máquinas



Fuente: Autores

Ilustración 98. Producto defectuoso en el piso, almacenado en malas condiciones.



Fuente: Autores.

2. Seiton (Ordenar):

- La línea de gas cuenta con estantes y dispositivos para separar el producto no conforme, pero estos se encuentran mezclados y cerca de las máquinas. En ensamble se encuentra en una esquina de la sección.
- Las herramientas no se encuentran adecuadamente colocadas y ordenadas, lo que ocasiona demoras en la búsqueda de herramientas y materiales.
- El personal deja botellas de bebidas, lo cual puede ser un elemento que provoque inseguridad en ésta.
- Solo existe una escoba, la cual no tiene un sitio específico para ella.
- Los operarios cuentan con casilleros para ubicar sus objetos personales, pero aun así se observan en lugares diferentes a los asignados.
- El producto en proceso es almacenado en canecas de plástico, sin llevar un control de las piezas procesadas.
- No se encuentran demarcas las zonas de trabajo.
- Solo existe un extintor en C.N.C. El otro extintor se encuentra un poco lejos de las máquinas de gas, y la salida de emergencia es demasiado pequeña para los operarios que trabajan en esa zona.

- La materia prima (tubos de acero) se encuentran en un caballete pero sin ninguna señalización. En la “bodega de producto terminado” se encuentra un pallet donde se colocan las cajas, pero no existe un orden ni demarcación.
- Se manejan planillas para cada proceso, para seguimiento y control de calidad, los cuales no se llenan.
- Se observa frecuentemente a los operarios recorrer la planta de producción; una de las principales causas de esto es la distribución actual, ya que no facilita el adecuado transito y recorrido tanto del material como de los empleados.
- Las carpetas donde se encuentra la información necesaria como planos, instructivos, etc. se encuentran en mal estado y la información que hay en ellas también: mojada, comida por los animales, manchadas.

Ilustración 99. Zona de almacenamiento posible producto



defectuoso



Fuente: Autores.

Ilustración 100. Herramientas desordenadas y pared sucia

Ilustración 101. Escoba mal ubicada, máquina



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Ilustración 102. Materia prima almacenada en caballete sin marcación

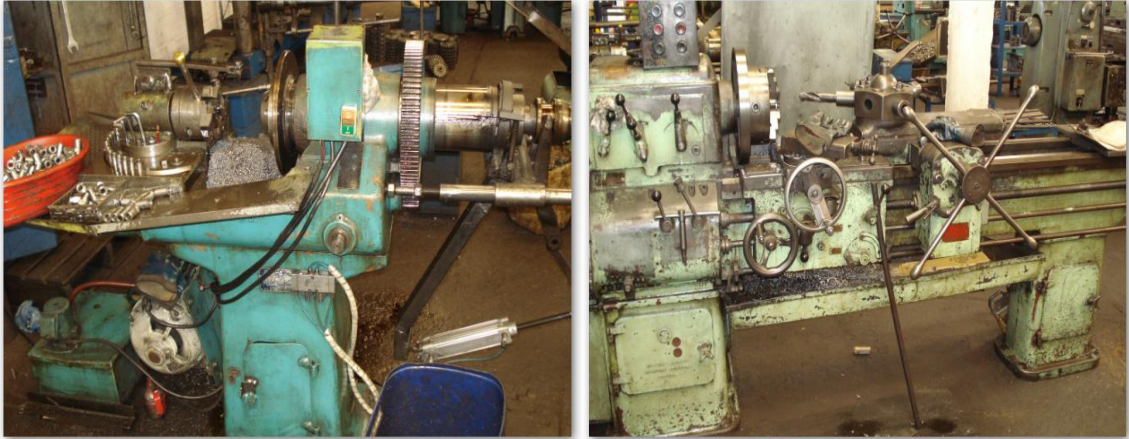


Fuente: Autores

3. Seiso (Limpieza):

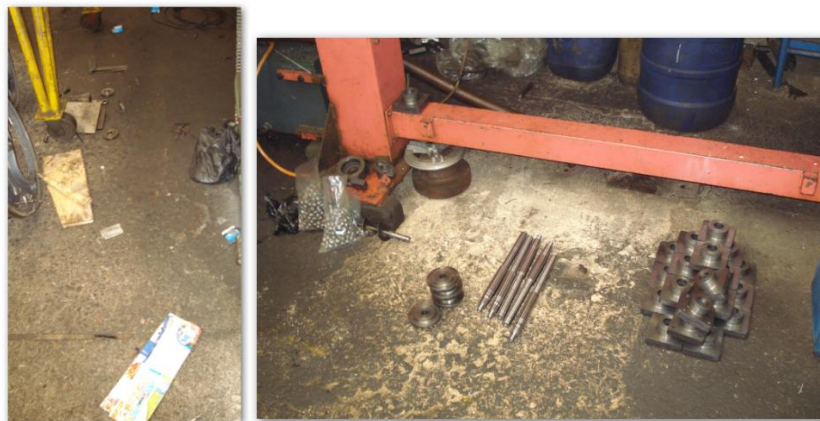
- No se utilizan listas de chequeo de limpieza, lo cual debería hacerse para que los trabajadores sientan que tienen un compromiso con el aseo de su respectivo puesto de trabajo, además limpiar se considera como una actividad fundamental en efectos de verificar. Un operario que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento; por tal razón el Seiso es fundamental en los efectos del mantenimiento de máquinas e instalaciones, otro punto a favor es que la labor de limpieza con un espacio físico reluciente es una importante fuente de motivación para los empleados.
- Las lámparas, paredes, reflectores, tubos, alambres, y el techo se encuentran sucios, manchados, generados por la mezcla entre polvo y grasa.
- Una persona está encargada de recoger de las máquinas la viruta y desechos que ella genere
- Los pasillos se encuentran sucios y hay constantemente liquido en los pisos (aceite, taladrina y agua).
- Existe desperdicios de materia prima cerca de la maquinaria.
- Se observan algunos elementos o maquinas con polvo acumulado, oxidados o deteriorados.

Ilustración 103. Máquinas en mal estado, sucias y con líquidos cerca de ellas



Fuente: Autores

Ilustración 104. Mugre en los pasillos y cerca al producto en proceso



Fuente: Autores

4. Seiketsu (Estado de limpieza):

- Algunos operarios usan adecuadamente los uniformes de trabajo, pues usan los elementos de seguridad completos, pero la gran mayoría no los usan y se exponen a sufrir accidentes por el tipo de operaciones que se realizan.

- Existe un (1) dispensador de agua en la planta cerca a las máquinas y no se encuentra señalizado.
- La iluminación no es tan buena, las lámparas están muy sucias y algunas están mal ubicadas.
- No se realiza un mantenimiento preventivo a las máquinas y muchos de los repuestos son elaborados en la planta, lo que ocasiona una falla mucho más rápida de la maquina y paros en la producción.
- Existen goteras en los techos, que ocasiona daño en la materia prima, pues se oxida, y deterioro en las máquinas y producto proceso.

Ilustración 105. Pasillo en mal estado, con huecos y desniveles



Fuente: Autores

Ilustración 106. Falta de uso de implementos de seguridad piso



Fuente: Autores

Ilustración 107. Líquidos en el



Fuente: Autores

5. Shitsuke (Disciplina):

- Los operarios llegan puntuales a su respectivo turno, la empresa controla la entrada con tarjeta tiempo.
- Falta la concientización de algunos operarios en el mantenimiento de un puesto de trabajo limpio.
- No todos los operarios usan adecuadamente las dotaciones ofrecidas por la empresa.
- Todos los días se realiza una reunión de diez minutos, por secciones para compartir problemas y proponer soluciones inmediatas “apaga incendios”.
- No está estandarizada la forma de solucionar problemas en los diferentes procesos lo que genera una pérdida de tiempo, es decir, cuando un producto no

se produce con ciertas especificaciones, se busca la manera de reprogramar la máquina para obtener los resultados deseados en el próximo producto, pero la manera de reprogramar la máquina no se consigna en ningún documento para solucionar rápidamente futuros problemas, esto debe realizarse para que se tome este habito y así haya un aumento de la productividad en la empresa.

ANEXO 26

CAPACITACIÓN JORNADA KAIZEN PINTURA

Diapositiva 1

Capacitación Kaizen 2009

“Los problemas que tienes hoy, no pueden ser resueltos pensando de la misma forma que pensabas cuando los creaste”

Albert Einstein

 **THC**
TUBOS Y TUBERÍAS
INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.

 **DANA**

Diapositiva 2

Cual es su origen?

Occidental: mejoramiento usando alta tecnología, inversiones masivas de capital y personal altamente entrenado.

Oriental: involucrar colaboradores y directores en hacer pequeños mejoramientos a bajo costo, analizando la mejor forma de hacer el trabajo. Está basado en usar la inteligencia de varias personas, mejor que el conocimiento de una sola.

Kai = cambio
Zen = para mejorar

→ Cambio para mejorar → Mejoramiento continuo

Diapositiva 3

Que es un Kaizen?

Es una mejora a un proceso o parte de él, trabajando en equipo, de forma metodológica aplicando herramientas apropiadas en el análisis del problema como en su solución.

Diapositiva 4

Objetivos del Kaizen

- Romper paradigmas
- Es una nueva manera de pensar
- Que las mejoras sean creadas por la gente
- Eliminar los desperdicios presentes en:
 - Sobreproducción
 - Esperas
 - Transporte
 - Procesos
 - Inventarios
 - Movimientos
 - Scrap / retrabajos



Diapositiva 5

Porqué debemos ser mejores?

Precios → **Competencia**

Disminuir costos

- Eliminando Reprocesos
- Eliminando desperdicios
- Mejorando los procesos
- Manteniendo las mejoras

Qué logramos?

- Más competitivos
- Agregar valor a nuestros productos
- Más recursos para investigación y desarrollo



Diapositiva 6

Que es un problema?

TIPOS DE RESULTADO

1. IDEALES
2. ESPERADOS (OBJETIVOS)
3. REAL (ALCANZADO)

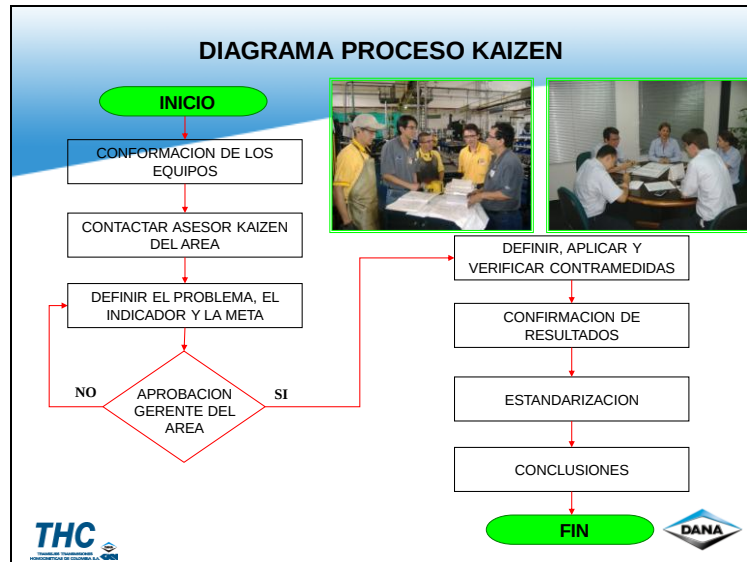
PROBLEMA: Es un resultado desfavorable **NO** esperado

Definición de problema:

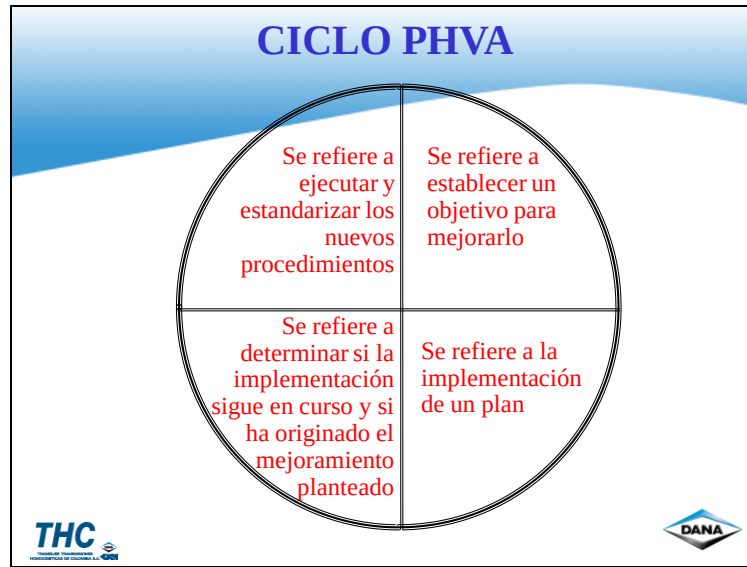
- Qué?** El objeto sobre el cual va a recaer la acción de mejora
- Porqué?** Razón por la cual el objeto es problema
- Dónde?** Campo de acción donde el problema se está presentado

THC UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COahuila **DANA**

Diapositiva 7



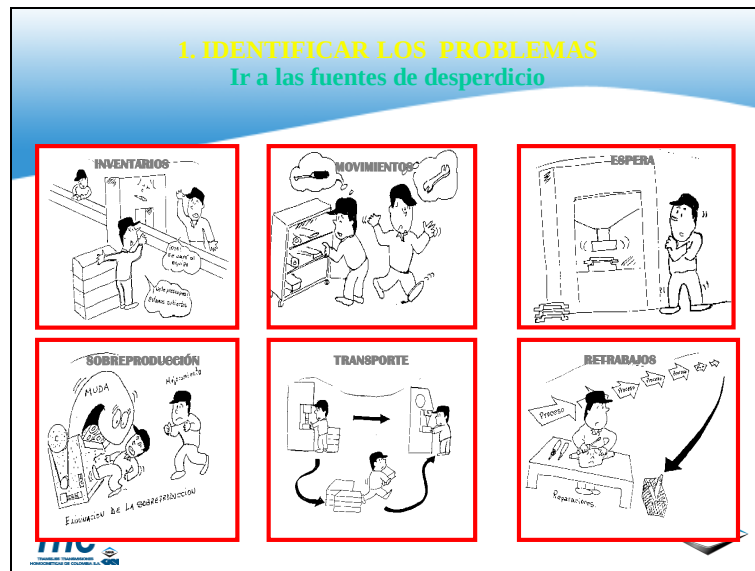
Diapositiva 8



Diapositiva 9



Diapositiva 10



ANEXO 27

INFORME DETALLADO 5 S'S ZONA PINTURA ELECTROSTÁTICA

Tabla 27-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS	SECCIÓN: PINTURA	FECHA				
	REVISADO: Ing. Claudia M. Gómez	ABRIL 20/2009				
1. Menor grado de cumplimiento		5. Mayor grado de cumplimiento				
PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):		1	2	3	4	5
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?				x		
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?			x			
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?			x			
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?				x		

¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?			X		
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?		X			
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?		X			
TOTAL	19				
<u>PARA ORDEN:</u>					
¿Las cosas que son necesarias no están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?		X			
¿Las herramientas necesarias no están adecuadamente colocadas y ordenadas?		X			
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?		X			
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?			X		
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?	X				
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?			X		
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen?					X
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?				X	
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?					X
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?		X			
TOTAL	29				
<u>PARA LIMPIEZA:</u>					
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?	X				
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?		X			
¿Hay tubos, cables, etc., sucios o manchados?		X			
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?			X		
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?	X				
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?				X	
TOTAL	13				
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>					
¿Están los uniformes u overoles sucios?		X			
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?					X
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?		X			
¿Hay goteras en los techos?			X		
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?			X		
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?			X		
¿Se respetan las áreas de trabajo?		X			
TOTAL	20				
<u>PARA DISCIPLINA:</u>					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?			X		
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?		X			
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?	X				

¿El personal llega a tiempo a su trabajo?					x
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?					x
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?			x		
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?				x	
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				x	
	TOTAL			27	

Fuente: Autores

1. Seiri (Clasificar o despejar):

- En la estantería de producto pintado se encuentran botellas, mugre; y producto perteneciente a la zona de ensamble café.
- En la sección de producto terminado de amarillo se encuentra una cantidad considerable de protectores de volantes. En los colores verde y rojo, también se encuentran partes obsoletas, descontinuadas y devueltas por otros procesos.
- Detrás de las cabinas se pueden encontrar material en proceso, cajas, latas y en los estantes de producto terminado también.
- Se daña producto en proceso y terminado, pero no se ha encontrado la razón por la cual se dañan, se supone que es algún componente de la línea de café o mugre que cae en la sección.
- La pintura y demás implementos no se encuentran clasificados en un área destinada para su almacenamiento.
- En toda la sección, el producto para ser procesado y el terminado son dejados en el piso, cuando son muy grandes o los estantes están llenos. El piso no tiene ningún cubrimiento ni protección para evitar el rayado de las piezas.

- Los pisos se encuentran con huecos y desniveles que ocasionan demoras en la movilización de los carros de pintura y a veces produce roces y daños en las piezas ya procesadas. Las paredes se encuentran sucias y manchadas de la pintura y con huecos.

Ilustración 108. Máquina café en estante verde obsoleto



Fuente: Autores

Ilustración 109. Producto pintado en el piso y obsoleto



Fuente: Autores

Ilustración 110. Zona de implementos con mugre



Fuente: Autores

Ilustración 111. Paredes en mal estado.



Fuente: Autores

2. Seiton (Ordenar):

- Las cosas que son necesarias (pintura, sopletes, zorras, dispositivos para poder aplicar pintura, gancheras, etc) se encuentran en el área designada para eso, pero sin ningún orden específico. Las pocas herramientas que son utilizadas están en una caja de herramientas, sin ningún tipo de clasificación ni demarcación. Todo esto ocasiona demora en el proceso (pérdida de tiempo).
- Se tiene demarcada el área donde se encuentran las cubas. Cada cuba esta demarca e indica el tipo de proceso que en cada una se realiza. Existen letreros de señalización para el producto pintado de acuerdo al color.
- El extintor que más cerca se encuentra está en la sección de pintura líquida. En caso de alguna emergencia podría provocarse grandes daños por causa de los químicos y no tener como acabar con el inicio del fuego.
- Se encuentran durante el proceso y en los descansos botellas y mugre; pero cuando se termina la jornada labora todo queda guardado en el cuarto de pinturas.
- No existen implementos de aseo en la zona.
- Se manejan planillas para cada proceso, para seguimiento y control de calidad, los cuales no se llenan. No se lleva control de las micras en las piezas pintadas.

Ilustración 112. Caja de herramientas Ilustración 113. Incomodidad al trabajar



Fuente: Autores



Fuente: Autores

3. Seiso (Limpieza):

- El estado de suciedad de las lámparas, techo y estantes es demasiado; no se les realiza ninguna limpieza ni mantenimiento. Las paredes están sucias debido a la pintura que se acumula en ellas. El piso se encuentra limpio.
- Las cabinas y toda su estructura poseen pintura, pero también se encuentra grasa, polvo y mugre que provienen de otras áreas y zonas de la empresa.
- Los tubos, acometidas eléctricas se encuentran llenos de polvo y manchados. Las acometidas no son seguras, pues no se encuentran aisladas y se encuentran cerca de las cubas donde les puede caer agua.
- Como consecuencia del lavado en las cubas, el piso se encuentra constantemente mojado.

- Existe desperdicios de materia prima (pintura) por la forma de las cabinas y por la falta de control de la cantidad de pintura aplicada (micras).

Ilustración 114. Desorden y pared sucia



Fuente: Autores

Ilustración 115. Piso mojado



Fuente: Autores

4. Seiketsu (Estado de limpieza):

- Los uniformes constantemente están sucios pues el polvo de la pintura se adhiere.
- Se usan de manera adecuada los implementos de seguridad y la empresa brinda los implementos adecuados y de muy buena calidad.
- La iluminación no es tan buena, las lámparas están muy sucias y algunas están mal ubicadas. Dentro de las cabinas no existe iluminación lo que ocasiona piezas mal pintadas.
- Cada 8 días los empleados realizan limpieza de los filtros de las cabinas, pero hay algunos que necesitan mantenimiento o cambio.

- Existen goteras por tejas rotas que pueden ocasionar daño en las piezas procesadas.
- Por uno período de tiempo los rayos solares incomodan, pero se poseen cortinas negras para ese espacio de tiempo que obstaculizan el paso de los rayos solares.
- En el área no se puede comer, pero cerca de allí se encuentra un dispensador de agua que no se encuentra señalizado.
- Se tienen inconvenientes con la zona de ensamble café, pues ellos dejan parte de sus piezas en los estantes de producto pintado.

Ilustración 116. Implementos de seguridad y uniforme sucio



Fuente: Autores

Ilustración 117. Área de pintura



Fuente: Autores

5. Shitsuke (Disciplina):

- Las máquinas de pintura y las cabinas deben quedar limpias para recoger pintura que se puede volver a utilizar, y para evitar problemas con los filtros. Cada semana le hacen limpieza a los filtros. Pero al resto de la sección no se le hace limpieza.
- Los operarios llegan puntuales a su respectivo turno, la empresa controla la entrada con tarjeta tiempo.
- Se han encontrado piezas en ensamble y embalaje con defectos en la pintura, y esto es ocasionado por no cumplir el procedimiento de las piezas defectuosas.
- No se están llevando los registros, ni formatos de producción, calidad y cumplimiento.
- Los empleados están muy interesados en la realización de la jornada y de ver la sección limpia, ordenada y en buen aspecto.

- Todos los días se realiza una reunión de diez minutos, por secciones para compartir problemas y proponer soluciones inmediatas “apaga incendios”.

ANEXO 28

FORMATO JORNADA KAIZEN PINTURA

Tabla 28-40. Formato Jornada Kaizen pintura

JORNADAS KAIZEN PINTURA

FECHA INICIO:	03-mar-09	OBJETIVOS:	LIDER	Ricardo Rangel	JORNADA CENTRAL MARZO 20/2009
FECHA FINAL (P):	23-mar-09	*Aplicar 3 S's en área de pintura: Seleccionar, Ordenar y Limpiar	COORDINADOR	Wilson Sánchez	
FECHA FINAL (R):		*Iniciar la implantación de flujo continuo o FIFO en área de pintura	PADRINO	Jesús Rangel	

No	GRUPO	LUGAR (MAQUINA O SITIO)	ACTIVIDADES	MATERIAL REQUERIDO	OBSERVACIONES Y/O PENDIENTES	FECHA PLANEADA	FECHA EJECUTADA
1	Arnulfo González	PISOS	Arreglo piso con huecos (Cementar)	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles		Mar 5/2009	Mar 5/2009
	Emilio Villabona		Lavar piso	Hidrolavadora		Mar 5/2009	Mar 5/2009
	Robinson Meneses		Pintar	Pintura especial		Marzo 5/2009	Marzo 5/2009
	Norberto		Lavar	Hidrolavadora		Mar 19/2009	Mar 19/2009
	Claudia Gómez		Colocar tapetes/estantes	tapetes y estantes		Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Demarcar zonas	Pintura/cinta adhesiva		Mar 20/2009	Mar 20/2009
2	Wilson Sánchez	HORNO	Levantar estante pinturas	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles		Mar 13/2009	Mar 13/2009
	Leonel Rodríguez		Trasladar puerta y ventana laboratorio	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles		Marzo 11/2009	Marzo 11/2009
	Jairo Pérez		Trasladar horno	Hombres, montacargas		Mar 18-19/2009	Mar 18-19/2009
	Juan Pablo Núñez		Instalación de redes de gas y eléctricas	Tubos, cables, herramientas		Mar 18-19/2009	Mar 18-19/2009

	María Fernanda Villabona		Limpiar (pintura y demás)	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Limpiar motores	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Demarcar zonas	Pintura		Mar 20/2009	Mar 20/2009
2	Wilson Sánchez	CABINAS	Trasladar cabinas	Hombres, montacargas		Mar 18-19/2009	Mar 18-19/2009
	Leonel Rodríguez		Conexión de gas y electricidad	Tubos, cables, herramientas		Mar 18-19-20/1009	Mar 18-19-20/1009
	Jairo Pérez		Limpiar cabinas y motores	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
	María Fernanda Villabona		Instalación de cortinas	Cortinas		Mar 20/2009	Mar 20/2009
	Juan Pablo Núñez		Demarcar zonas	Pintura		Mar 20/2009	Mar 20/2009
3	Elisaíl Flórez	PAREDES	Tapar huecos que dejó traslado de cabinas y hornos	Cemento		Mar 18-19/2009	Mar 18-19/2009
	Ricardo Rangel		Limpiar paredes	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
	Edgar Martínez		Organizar estante de pinturas y parte de arriba del laboratorio			Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Pintar	Pintura (falta definir el tipo)		Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Limpiar lámparas, tubos, estantes	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
4	Omar Ballesteros	LABORATORIO	Clasificar y ordenar instrumentación y equipos			Mar 20/2009	Mar 20/2009
	Jairo Torres		Estante		De acuerdo a la clasificación, escoger un tipo de estante y hacerlo		
	Mayerly		Limpiar (paredes, piso, cajones, instrumentos)	Implementos de aseo		Mar 20/2009	Mar 20/2009
			"Arreglo" puerta para que no entre pintura por debajo			Mar 20/2009	Mar 20/2009
			Reparar Extractor	Mantenimiento		Mar 20/2009	Mar 20/2009

Fuente: Autores

Tabla 41. Formato de responsabilidades.

FORMATO DE RESPONSABILIDAD JORNADA CENTRAL

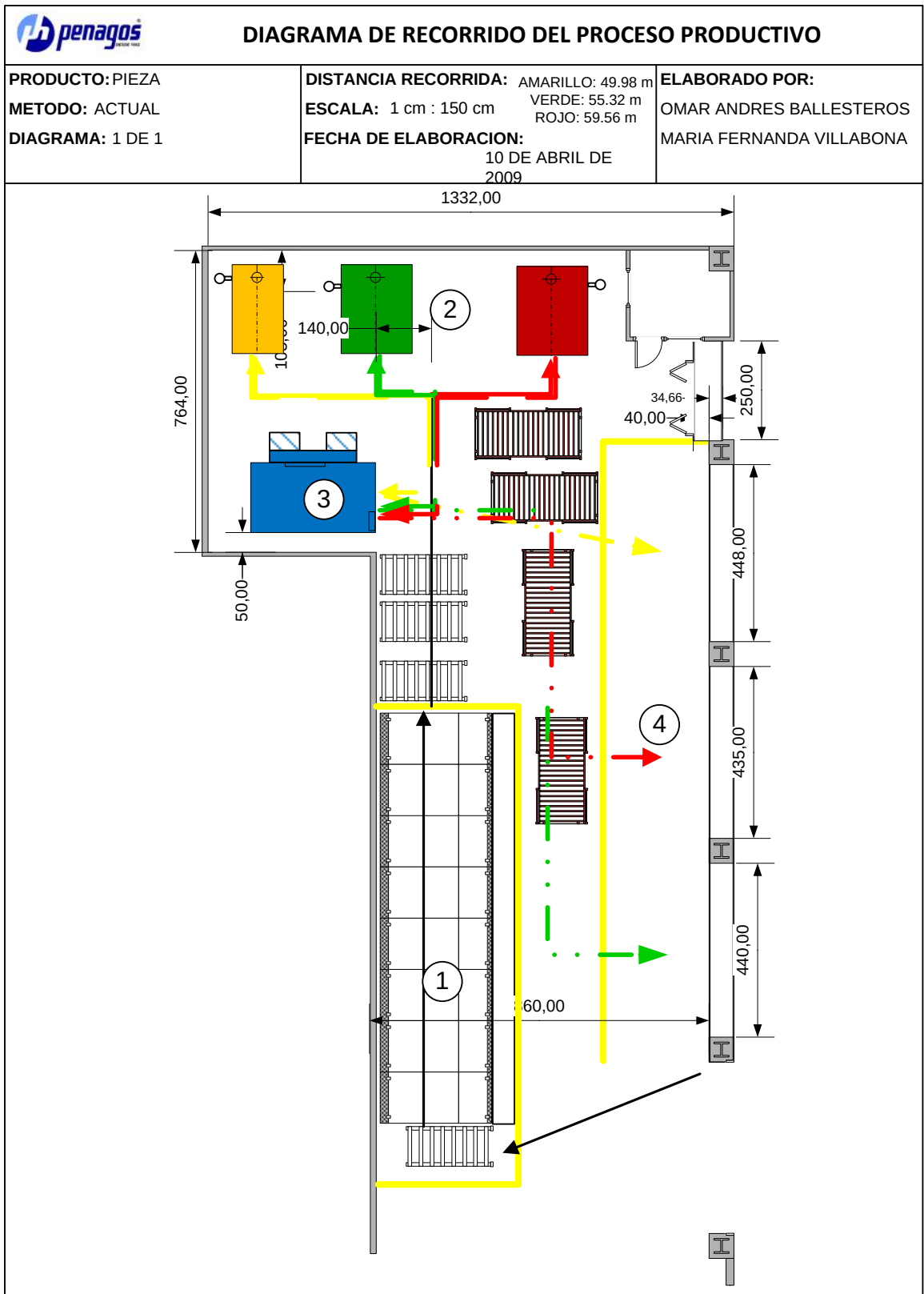
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	OK
Organizar estantería	Elisaíl Flórez - Norberto Benítez	✓
*Limpieza estantes		
*Limpieza piezas pintadas		
*Ubicar o distribuir		
Mallas carros de pintura	Pedro Juan Páez	✓
Arreglo fondo horno e instalación	Antonio Villamizar	✓
Limpieza y pintura cabinas	Juan Pablo Núñez - Arnulfo González	✓
Pintura accesorios	Arnulfo González - Javier Díaz	✓
*Gancheras: azul		
*Caja herramientas: azul		
*Cajas electricidad: gris		
Limpieza y pintura tubos y canaletas	Juan Pablo Núñez	✓
Mantenimiento filtro cabinas		✓
Pintura hornos y cubas	Arnulfo González - Javier Díaz	✓
Limpieza lámparas	Emilio Villabona	✓
Arreglo pisos zona de tapetes	Jairo Pérez	✓
Tapas para acometidas eléctricas	Ramiro Mendoza	✓
Pintura para cubas	Arnulfo González - Ricardo Rangel	✓
Limpieza letreros	Omar Andrés Ballesteros	✓
Cuarto de Pinturas	Ramiro Mendoza - Robinson Meneses	✓
*Colocar reja		

*Arreglo de la zona		
*Estiba		
Pintar rejas, bases motores y caracolas (colores cabinas)	Javier Díaz	✓
Pintar tuberías gas cubas	Juan Pablo Núñez	✓
Lavar piso	Antonio Villamizar - Pacífico Barón	✓
Colocar tapetes	Contratación externa	✓
Pintar piso	Jairo Pérez	✓
Organizar laboratorio	María Fernanda Villabona	✓
*Clasificar y ordenar instrumentación y equipos	Mayerly Sánchez	
*Limpieza pisos, paredes, instrumentación	Jairo Torres	
Limpieza techos	Ramiro Rodríguez	✓

Fuente: Autores

ANEXO 29

DIAGRAMA DE RECORRIDO PROCESO PINTURA



ANEXO 30

INSTRUCTIVOS DE PREPARACIÓN DE PLANTA, MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CUBAS DE INMERSIÓN PINTURA ELECTROSTÁTICA

ESTE ANEXO SE OMITE ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA EMPRESA.

ANEXO 31

INSTRUCTIVOS CALIDAD PINTURA

ESTE ANEXO SE OMITE ES DE USO EXCLUSIVO PARA LA EMPRESA.

ANEXO 32

CUADRO COMPARATIVO COMPRA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA

Tabla 32-1. Consumo de materiales 2009

DESCRIPCION	TOTAL CONSUMO ENERO - AGOSTO 2009	TOTAL CONSUMO ENERO - AGOSTO 2008	%
MADERA	\$ 50.570.712	\$ 88.627.367	-42,94%
ACIDOS	\$ 26.099.110	\$ 33.905.627	-23,02%
PINTURAS	\$ 32.912.071	\$ 60.842.346	-45,91%
FUNGIBLES	\$ 38.733.439	\$ 49.221.567	-21,31%
INSERTOS	\$ 44.116.642	\$ 53.965.939	-18,25%
ACEITES	\$ 8.327.818	\$ 29.742.259	-72,00%
TOTAL POR MES	\$ 200.759.793	\$ 316.305.105	-36,53%

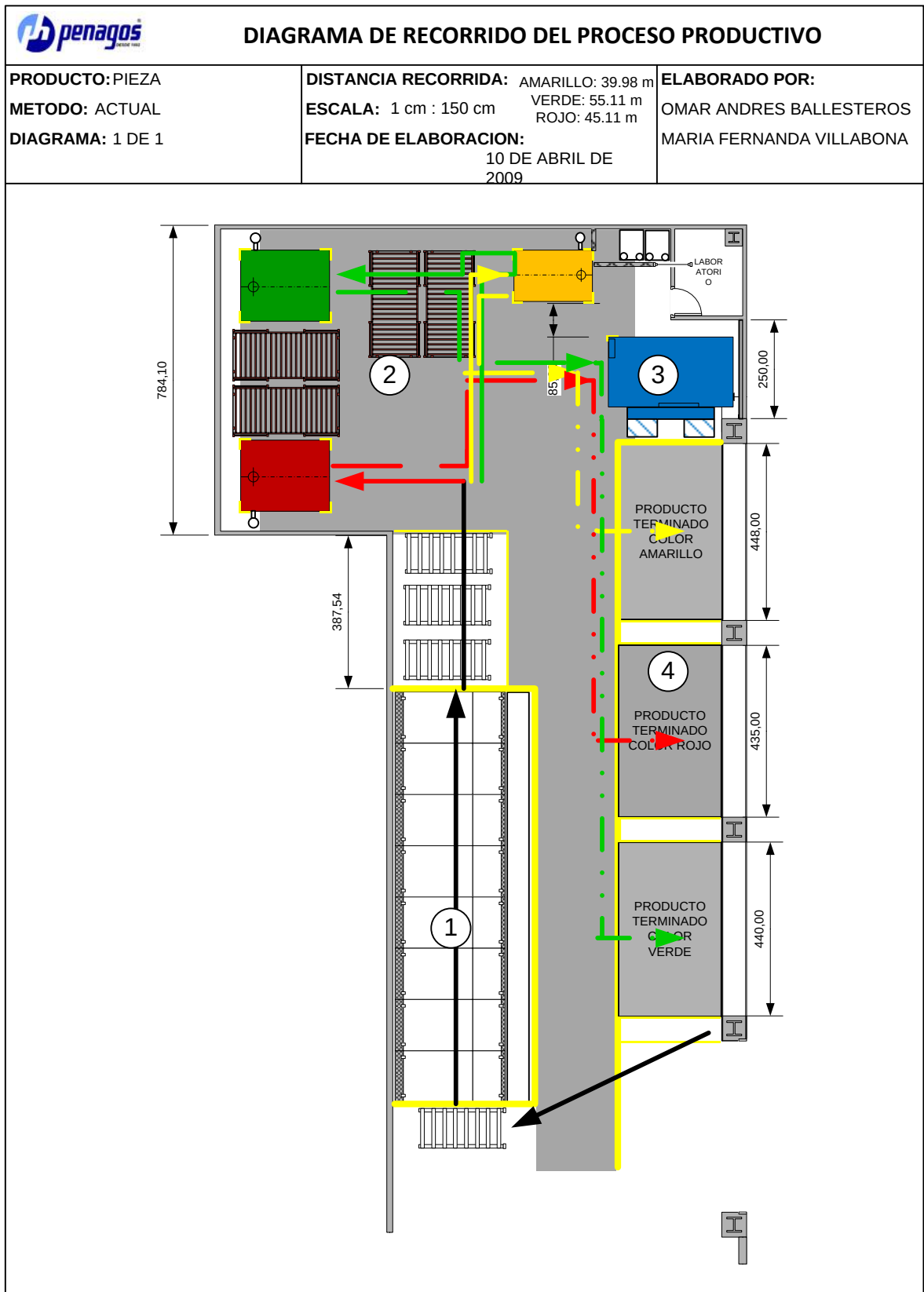
Fuente: Departamento de compras y suministros PENAGOS HERMANOS

Se puede observar una disminución del 45,91% en la compra de pinturas en lo que va corrido del año, esto se debe a las mejoras realizadas en las cabinas de la zona de pintura y al control del grosor de la capa de pintura que se está llevando.

Es importante resaltar que la disminución del consumo de materiales se ha logrado en todos los materiales relacionados en la tabla.

ANEXO 33

DIAGRAMA DE RECORRIDO PROCESO ACTUAL DE PINTURA



A continuación se presentan las tablas donde se observa la disminución de las distancias recorridas de acuerdo al color con el que se pinta la pieza.

Tabla 42. Distancias proceso pintura amarilla

RECORRIDO	ANTES	DESPUÉS	%
P.S.P. - CUBAS	5,39	5,39	0,00%
CUBAS - SECADO	10,53	10,53	0,00%
SEC. - AMAR.	13,30	11,26	-15,37%
AMAR. - HORNO	14,50	6,60	-54,48%
HORNO - PTA	6,26	6,20	-1,02%
TOTAL	49,98	39,98	-20,02%

Fuente: Autores

Tabla 43. Distancias proceso pintura verde

RECORRIDO	ANTES	DESPUÉS	%
P.S.P. - CUBAS	5,39	5,39	0,00%
CUBAS - SECADO	10,53	10,53	0,00%
SEC. - VERDE	9,80	13,69	39,65%
VERDE - HORNO	11,00	9,00	-18,18%
HORNO - PTV	18,60	16,50	-11,29%
TOTAL	55,32	55,11	-0,39%

Fuente: Autores

Tabla 44. Distancias proceso pintura roja

RECORRIDO	ANTES	DESPUÉS	%
P.S.P. - CUBAS	5,39	5,39	0,00%
CUBAS - SECADO	10,53	10,53	0,00%
SEC. - ROJO	11,92	8,49	-28,80%
ROJO - HORNO	13,12	9,20	-29,88%
HORNO - PTR	18,60	11,50	-38,17%
TOTAL	59,56	45,11	-24,27%

Fuente: Autores

Tabla 45. Distancias totales

COLOR	ANTES*	DESPUÉS*	%
DISTANCIA TOTAL AMARILLO	49,98	39,98	-20,02%
DISTANCIA TOTAL VERDE	55,32	55,11	-0,39%
DISTANCIA TOTAL ROJO	59,56	45,11	-24,27%
TOTAL	164,86	140,19	-14,97%

Fuente: Autores

La distancia recorrida por una pieza de color verde no disminuye significativamente pues la ubicación de la cabina no varía mucho. Los empleados se encuentran satisfechos con el cambio y la organización para aplicar la pintura es mejor.

ANEXO 34

LISTA DE CHEQUEO DE 5S'S ZONA PINTURA ELECTROSTÁTICA

Tabla 34-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS	SECCIÓN: PINTURA					FECHA									
	REVISADO: Ing. Claudia M. Gómez					MAYO 20/2009									
1. Menor grado de cumplimiento											5. Mayor grado de cumplimiento				
<u>PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):</u>										<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?													X		
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?												X			
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?													X		
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?													X		
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?													X		
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?												X			
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?														X	
TOTAL										27					
<u>PARA ORDEN:</u>															
¿Las cosas que son necesarias no están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?													X		
¿Las herramientas necesarias no están adecuadamente colocadas y ordenadas?													X		
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?													X		
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?														X	
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?												X			
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?												X			
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen ?														x	
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?														X	
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?														X	
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?												X			
TOTAL										41					
<u>PARA LIMPIEZA:</u>															
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?												X			

¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?			X		
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?				X	
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?			X		
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?			X		
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?				X	
TOTAL	15				
PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):					
¿Están los uniformes u overoles sucios?			X		
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?					X
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?			X		
¿Hay goteras en los techos?					X
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?				X	
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?				X	
¿Se respetan las áreas de trabajo?				X	
TOTAL	28				
PARA DISCIPLINA:					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?				X	
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?				X	
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?			X		
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?					X
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?					X
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?				X	
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?				X	
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?					X
TOTAL	34				

Fuente: Autores

ANEXO 35

MATRIZ FLUJO DE MATERIALES

Tabla 35-1. Matriz flujo de relaciones por referencias

	AP	F	D	TD	DCP	R	C	TC	C.N.C	TM	E	WI	WII	SSF	CD	Z	PH	G	PE	E	B
AP			CM					U-M U-MH	CM CU U-M EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM U-MH					EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM	CU						
F																					
D				CM																	
TD					CM											CU					
DCP						CM U-M												U-M			
R																		CM U-M U-MH			
C					U-M U-MH	U-MH															
TC												CM CU									
C.N.C				CU	U-M			CM CU		EM- IPS/CTS- H		U-M U-MH						EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM U-MH		CU	
TM													EM-IPS/CTS-H								
E																	CU				
WI																		CM U-M U-MH	CU		
WII									EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM									EM-IPS/CTS-H			
SSF													EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM								
CD											CU										
Z																			CU		
PH									CU												
G																			CM U-M EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM U-MH		
PE									CU											CU	
E																					CM CU U-M EM-IPS/CTS-M EM-IPS/CTS-H EM U-MH
B																					

Fuente: Autores

Tabla 35-2. Matriz flujo de materiales por cantidad

	AP	F	D	TD	DCP	R	C	TC	C.N.C	TM	E	WI	WII	SSF	CD	Z	PH	G	PE	E	B
AP			14866					2623	25730					2476	3142						
F																					
D				14866																	
TD					14866											3142					
DCP						17444												2578			
R																		17489			
C					2623	45															
TC												18008									
C.N.C				3142	2578			18008		686		2623						4311		3142	
TM													686								
E																	3142				
WI																		17489	3142		
WII									2476									686			
SSF													2476								
CD											3142										
Z																			3142		
PH									3142												
G																				42553	
PE									3142											3142	
E																					48837
B																					

Fuente: Autores

Tabla 35-3. Abreviaturas

ABREVIATURA	MÁQUINA/ZONA
AP	ALMACEN PERFILES
F	FERRETERIA
D	DANOBAT
TD	TALADRO DANOBAT
DCP	DISP. CARAS PLANAS
R	ROSCADORA
C	CAMPORESSI
TC	TALADRO CAMPORESSI
C.N.C	C.N.C
TM	TALADRO MECANIZADO
E	ESMERIL
WI	WARNER I
WII	WARNER II
SSF	SEGUETA SINFIN
CD	CORTE DISCO
Z	ZETOR
PH	PRENSA HIDRAÚLICA
G	GALVANIZADO
PE	PINTURA ELECTROSTATICA
E	ENSAMBLE
B	BODEGA

Fuente: Autores

ANEXO 36

MATRIZ DE RELACIONES DE PROXIMIDAD

Tabla 36-1. Matriz relaciones de proximidad

	AP	F	D	TD	DCP	R	C	TC	C.N.C	TM	E	WI	WII	SSF	CD	Z	PH	G	PE	E	B
AP			E					O	A					O	O						
F																					
D				E																	
TD					E				O							O					
DCP						E	O		O									O			
R							O											E			
C																					
TC									E			E									
C.N.C										O		O	O				O	O	O	O	
TM													O								
E															O		O				
WI																		E	O		
WII														O				O			
SSF																					
CD																					
Z																			O		
PH																					
G																				A	
PE																				O	
E																					A
B																					

Fuente: Autores

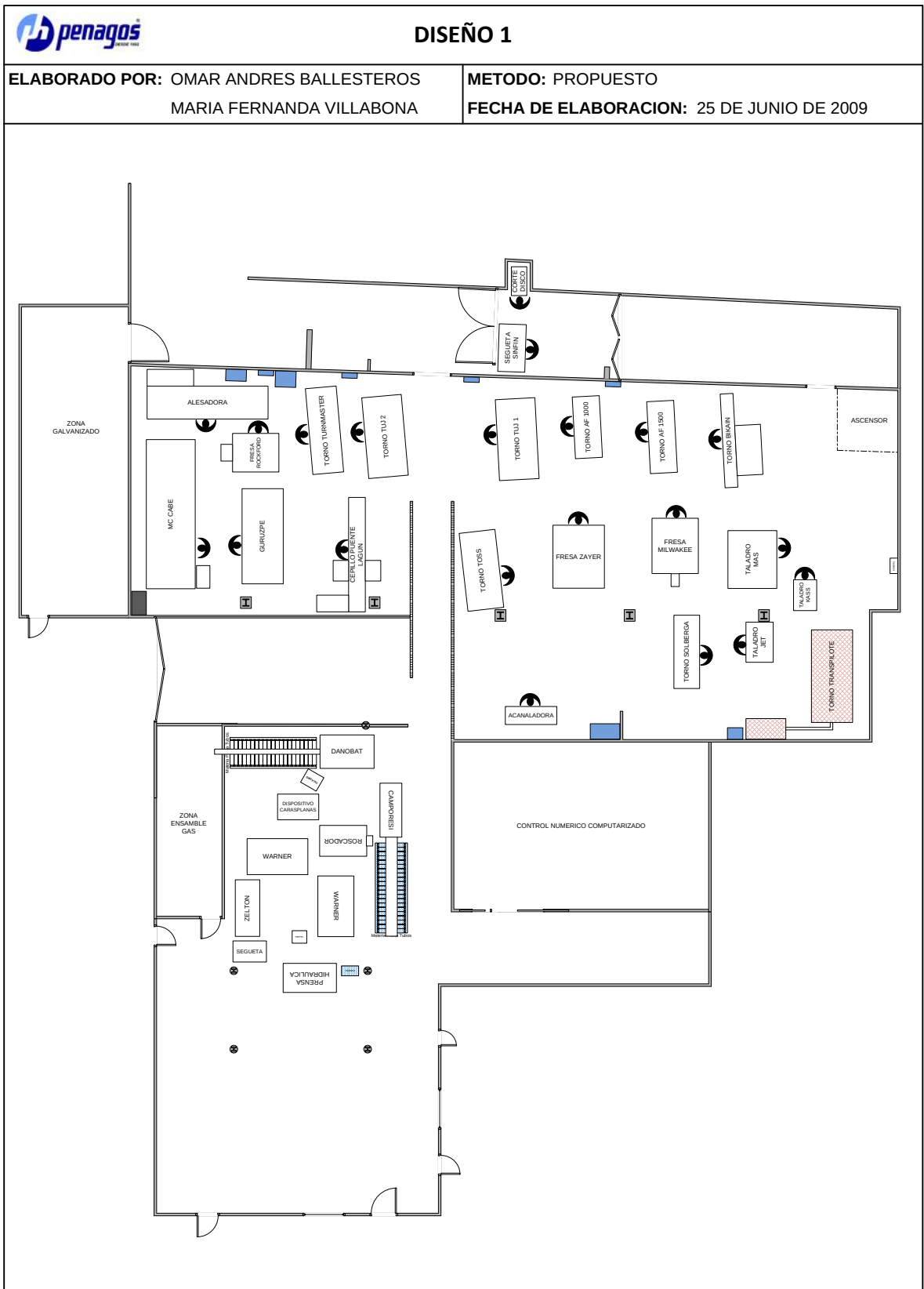
Tabla 36-2. Abreviaturas

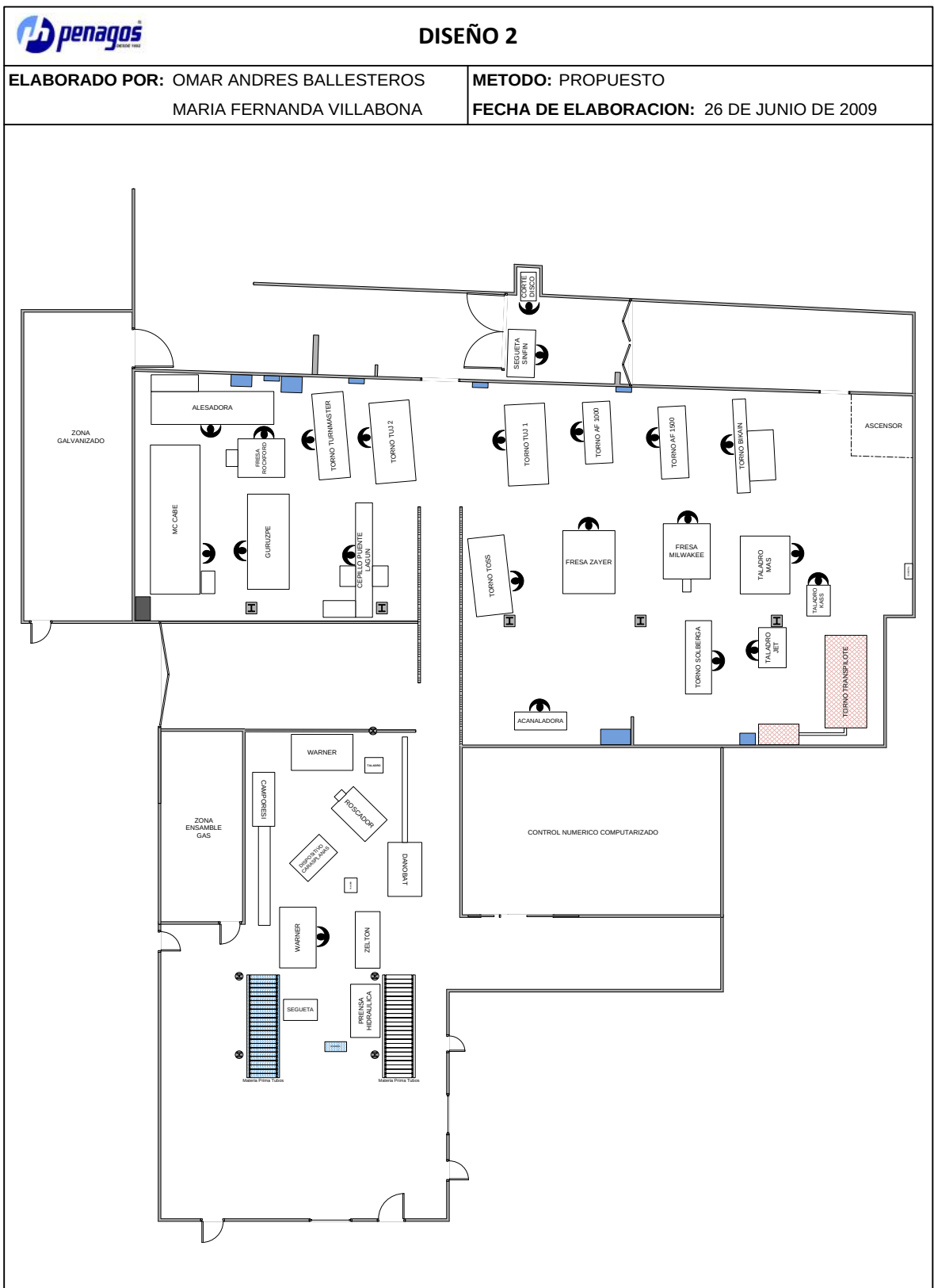
ABREVIATURA	MÁQUINA/ZONA
AP	ALMACEN PERFILES
F	FERRETERIA
D	DANOBAT
TD	TALADRO DANOBAT
DCP	DISP. CARAS PLANAS
R	ROSCADORA
C	CAMPORESSI
TC	TALADRO CAMPORESSI
C.N.C	C.N.C
TM	TALADRO MECANIZADO
E	ESMERIL
WI	WARNER I
WII	WARNER II
SSF	SEGUETA SINFIN
CD	CORTE DISCO
Z	ZETOR
PH	PRENSA HIDRAÚLICA
G	GALVANIZADO
PE	PINTURA ELECTROSTATICA
E	ENSAMBLE
B	BODEGA

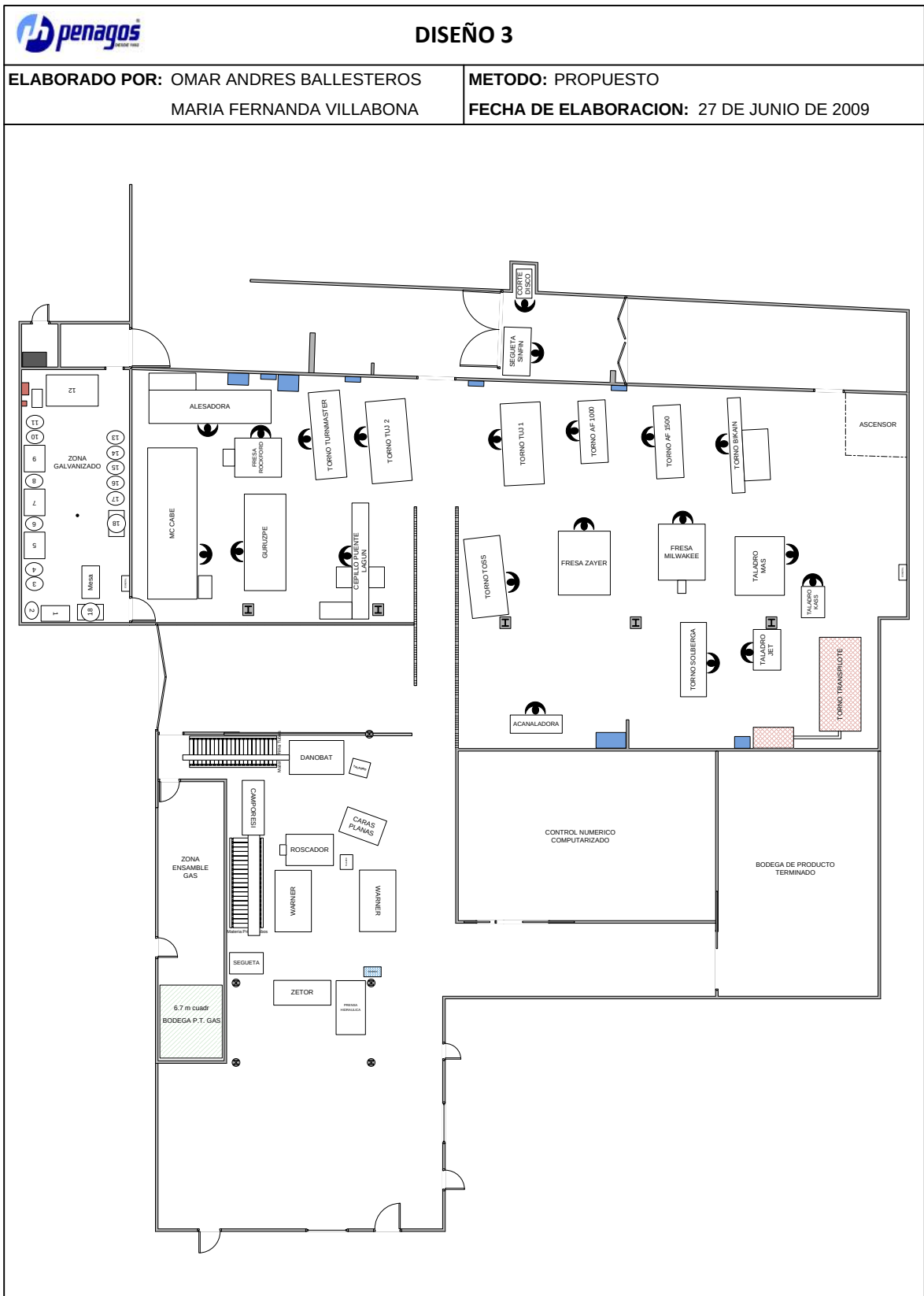
Fuente: Autores

ANEXO 37

PROPUESTAS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA







ANEXO 38

EVALUACIÓN DE LAS DISTRIBUCIONES PROPUESTAS

Los tres criterios evaluados son los siguientes:

1. Distancias recorridas.

En la tabla 38-1 se observa el resumen de distancias recorridas por referencias y el porcentaje de ahorro en cada una, obteniendo así que la mayor disminución resulta con el diseño 2; no obstante hay que tener en cuenta la demanda promedio proyectada para el año, y para esto se asigna a cada referencia un porcentaje ponderado que lo represente, de esta manera la mejor distribución según este criterio es el diseño 3.

Los puntajes asignados son:

Diseño 1: 1 punto

Diseño 2: 2 puntos

Diseño 3: 3 puntos

2. Numero de operarios.

La gerencia desde un principio incentivó a la reducción del número de operarios (14 operarios) para disminuir los costos de la línea y así ser más competitivos. Después de los análisis respectivos se concluye que si es factible el deseo de la gerencia y para los diseños propuestos se presentan una reducción de operarios según la tabla 38-2.

Tabla 38-2. Número de operarios de las distribuciones

DISTRIBUCION	Nº OPERARIOS	% REDUCCION
DISEÑO 1	6	42.9%
DISEÑO 2	6	42.9%
DISEÑO 3	6	42.9%

Fuente: Autores

Los puntajes asignados son:

Diseño 1: 3 puntos

Diseño 2: 3 puntos

Diseño 3: 3 puntos

Tabla 38-3. Distancias recorridas (m) según los diseños

NOMBRE	REFERENCIAS	% DEMANDA	ACTUAL	DISEÑO 1	% AHORRO	PONDER.	DISEÑO 2	% AHORRO	PONDER.	DISEÑO 3	% AHORRO	PONDER.
Conector Medidor	CM 1/2" CMP 1/2" CC 1/2"	64.3%	276.6	99.5	64.0%	41.2%	98.5	64.4%	41.4%	94.3	65.9%	42.4%
Conector Curvo	CU 1/2" CU 3/8"	13.6%	304.8	196.4	35.6%	4.8%	202.3	33.6%	4.6%	214.2	29.7%	4.0%
Unión Universal	UU 3/8" MM UU 1/2" MM	11.2%	390.3	170.3	56.4%	6.3%	163.2	58.2%	6.5%	160.5	58.9%	6.6%
Elevador Modular	EMD 1/2"- 3/4" H IPS EMD 1/2" H CTS	6.6%	267.4	210.4	21.3%	1.4%	170.4	36.3%	2.4%	168.1	37.1%	2.5%
Elevador Modular	EMD 3/4" M IPS	3.0%	230.2	126.7	45.0%	1.3%	119.2	48.2%	1.4%	104.8	54.5%	1.6%
Elevador Monolítico	EM 1/2"	1.1%	302.6	136.8	54.8%	0.6%	145.1	52.1%	0.6%	147.1	51.4%	0.6%
Unión Universal	UU 3/8" MH UU 1/2" MH	0.2%	355.9	167.4	53.0%	0.1%	140.0	60.7%	0.1%	154.8	56.5%	0.1%
TOTALES			2127.9	1107.5	48.0%	55.8%	1038.7	51.2%	57.0%	1043.8	50.9%	57.8%

Fuente: Autores

3. Área utilizada

Este criterio evalúa el grado de optimización del espacio designado (147.2 m^2).

En la tabla 38-3 se observa los espacios utilizados en cada diseño y su respectivo porcentaje de reducción, obteniendo así que el diseño óptimo es el diseño 2.

Tabla 38-4. Área ocupada de las distribuciones

DISTRIBUCION	AREA OCUPADA (m^2)	% REDUCCION
DISEÑO 1	105.7	71.8%
DISEÑO 2	129.4	87.9%
DISEÑO 3	119.2	81.0%

Fuente: Autores

Los puntajes asignados son:

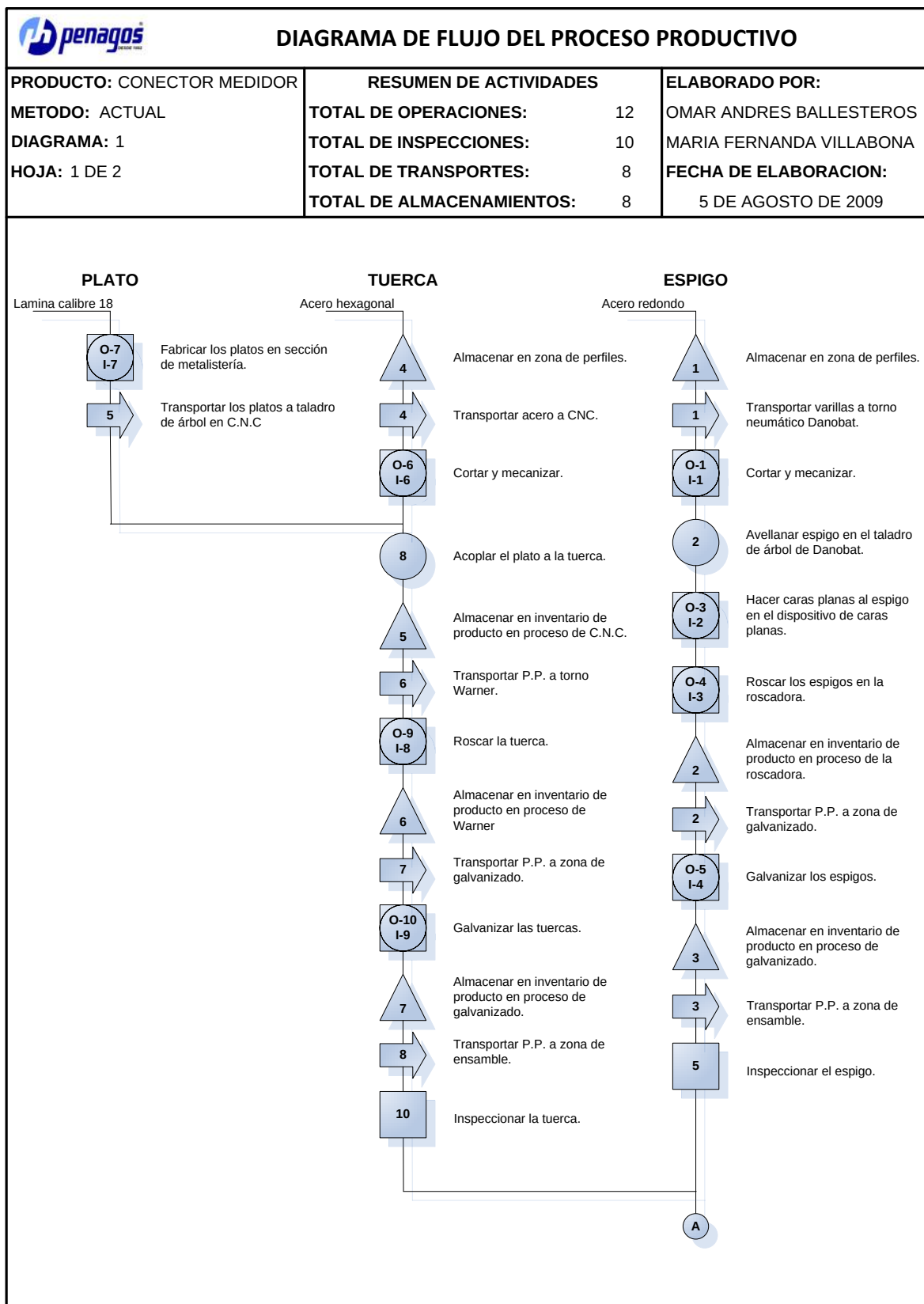
Diseño 1: 3 puntos

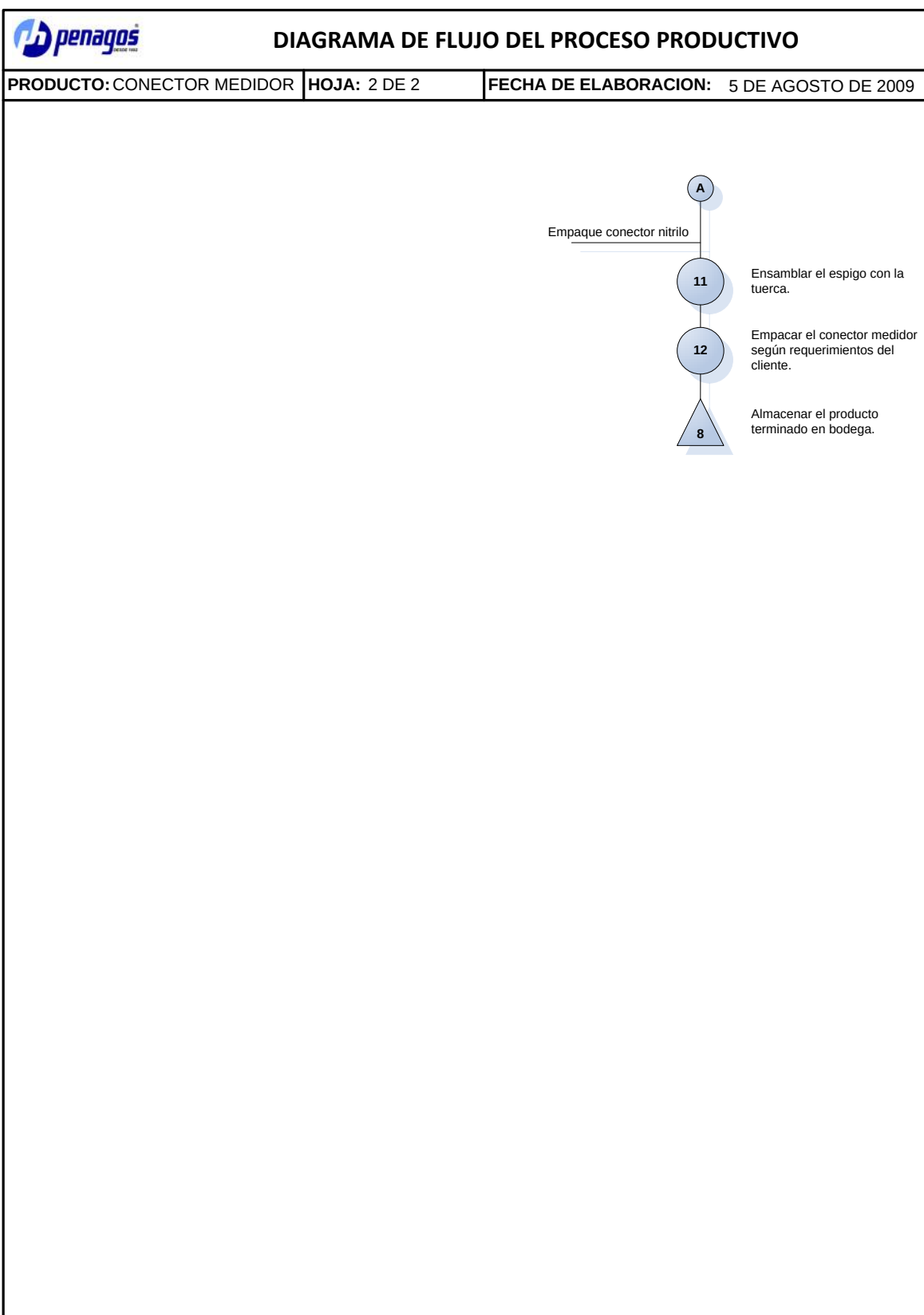
Diseño 2: 1 puntos

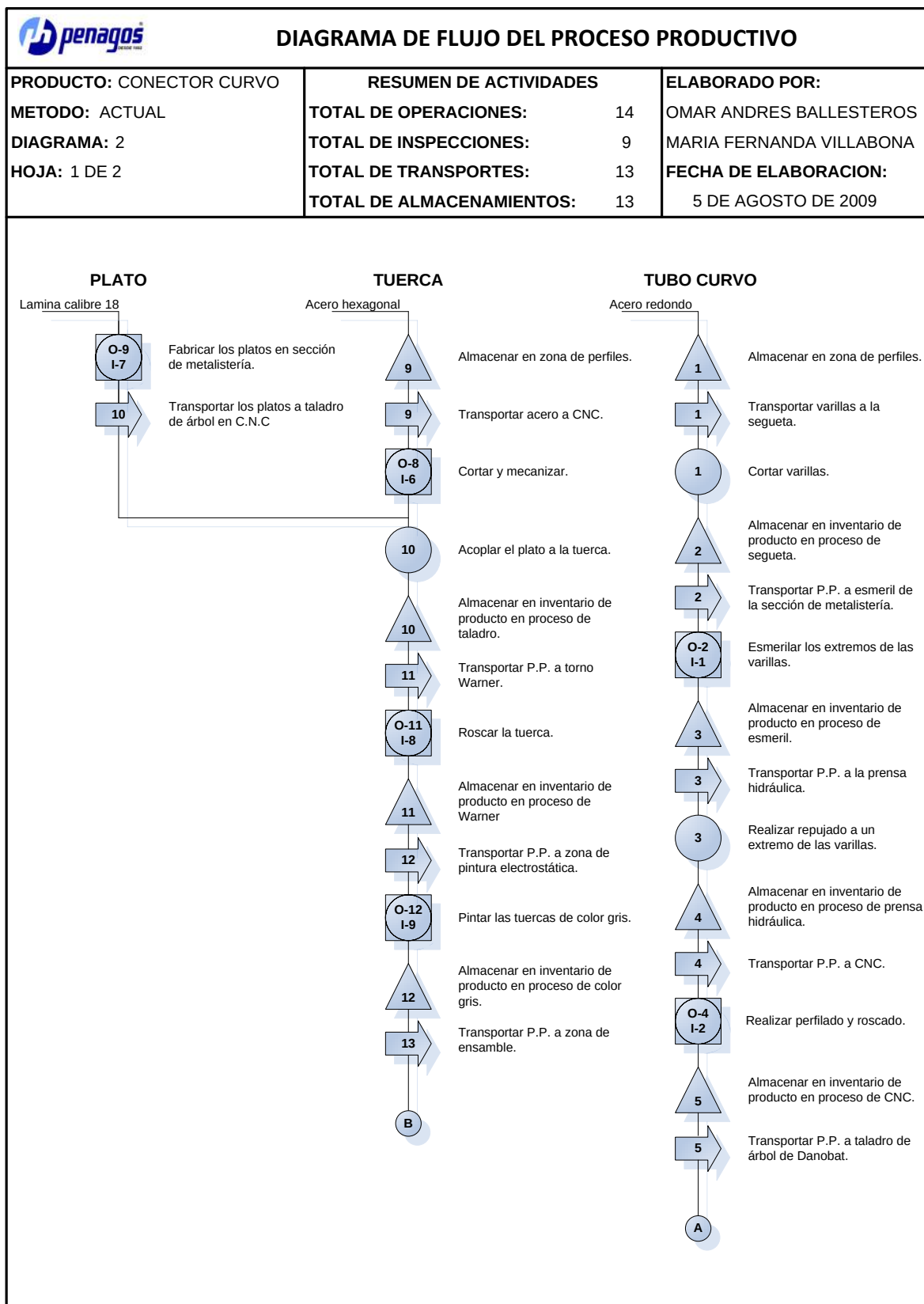
Diseño 3: 2 puntos

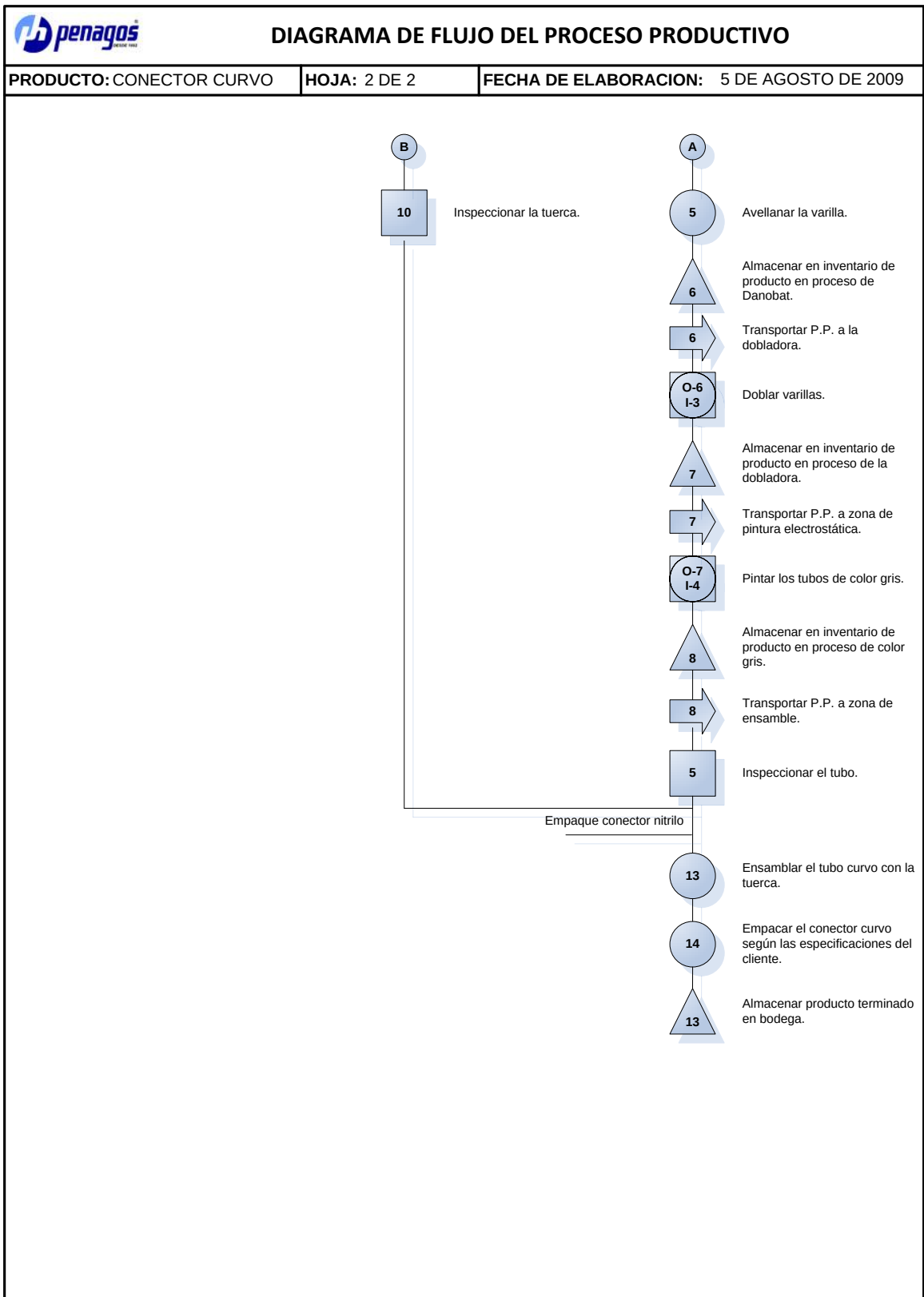
ANEXO 39

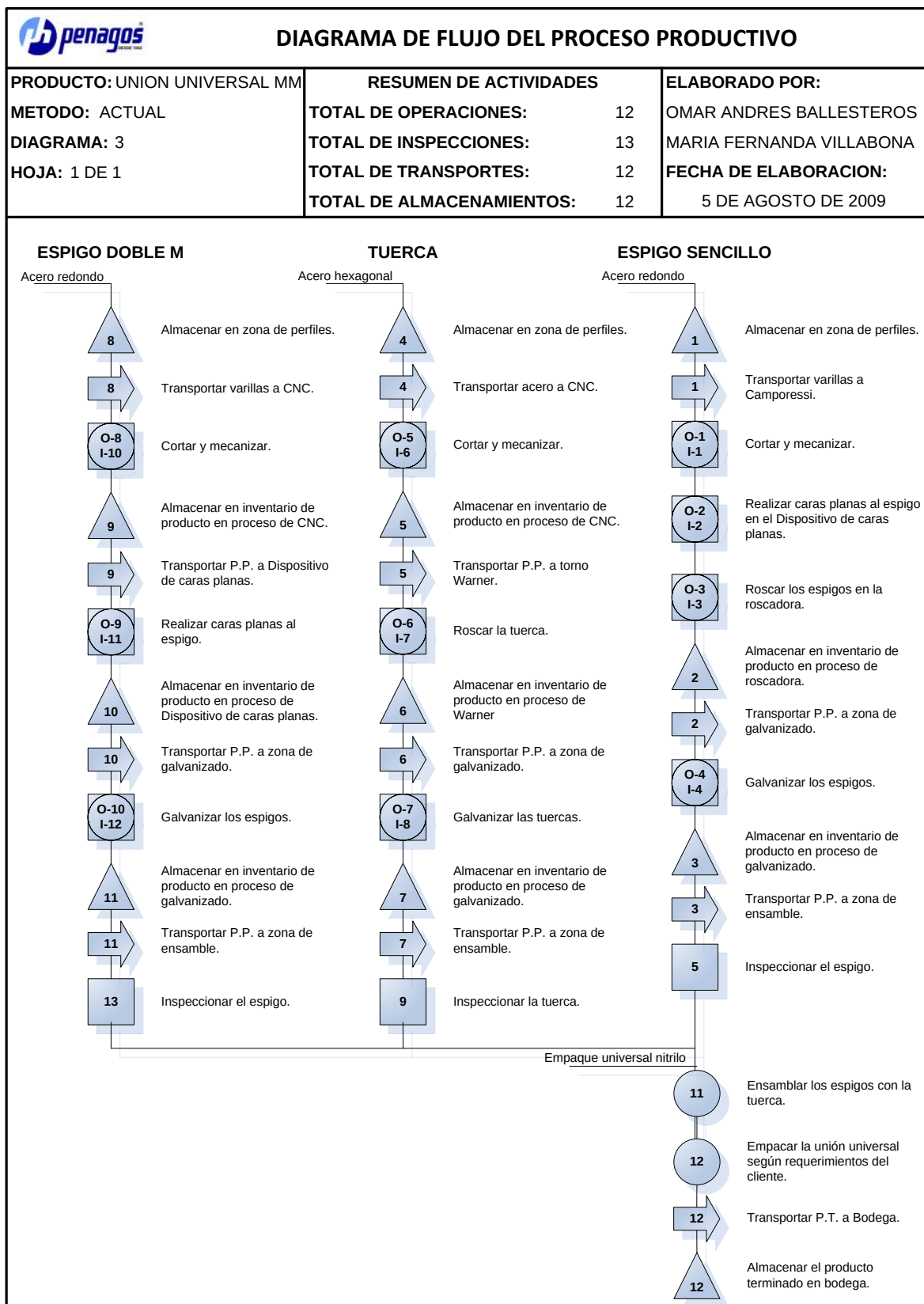
DIAGRAMAS DE FLUJO ACTUALIZADOS LÍNEA DE GAS

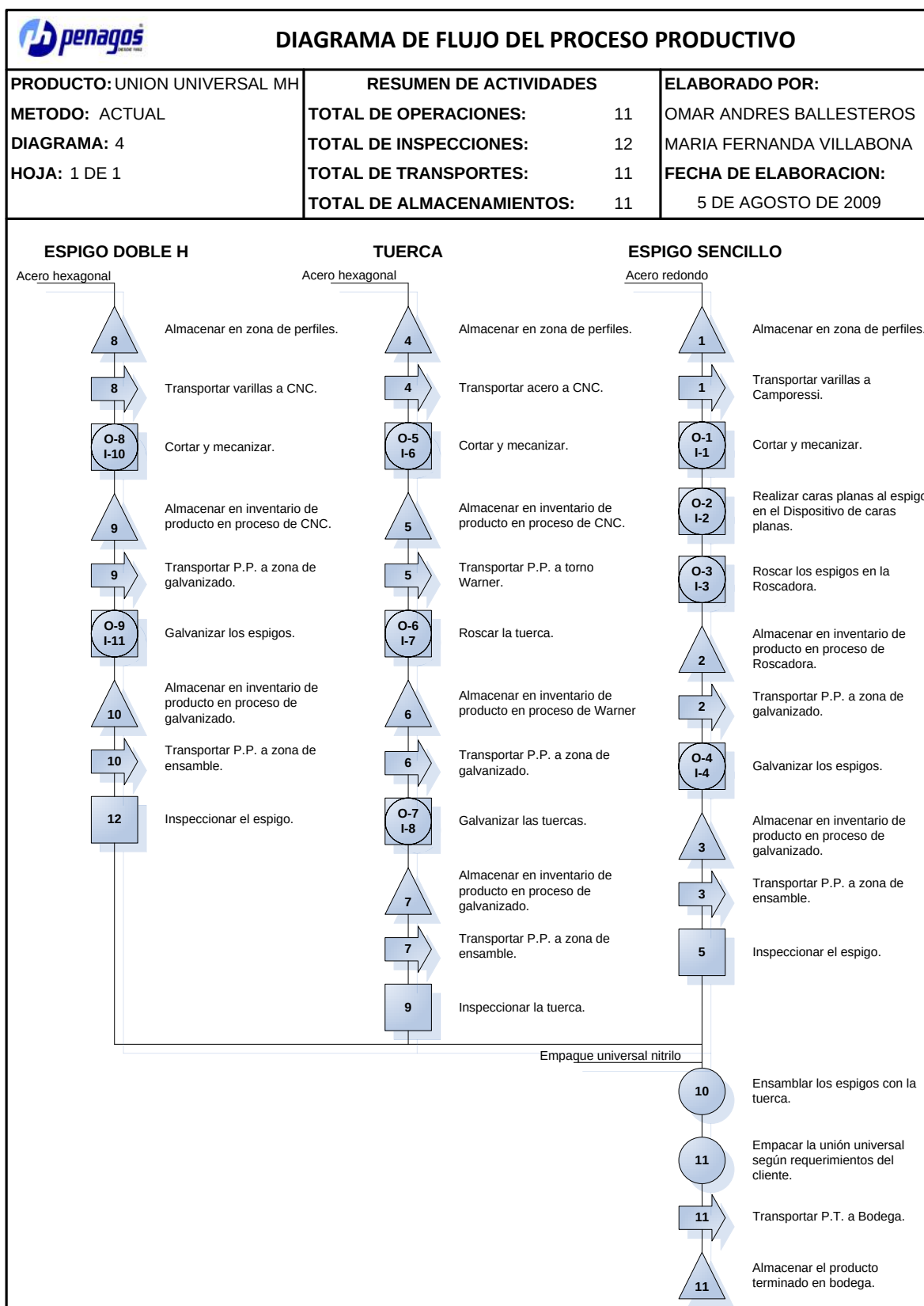


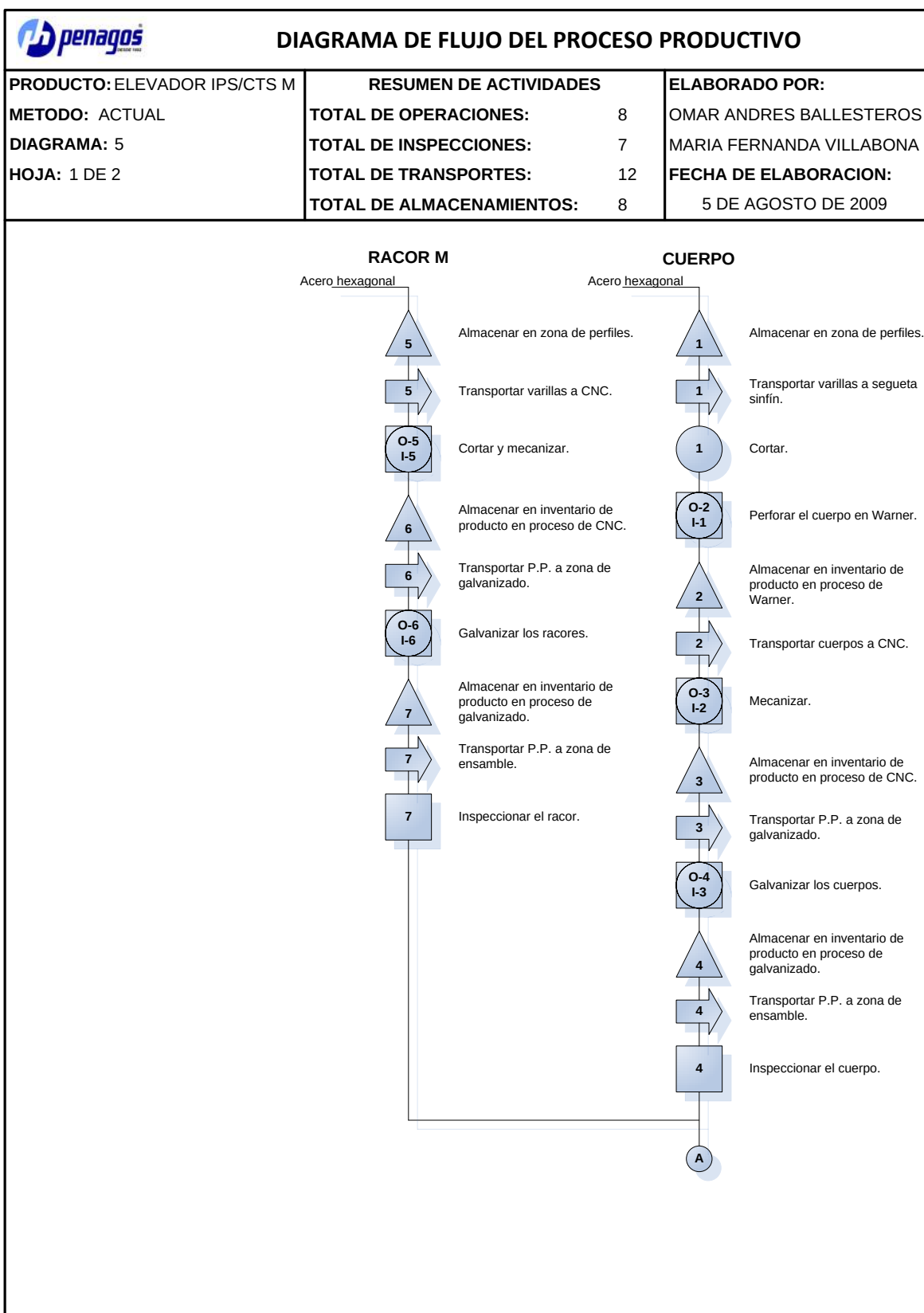


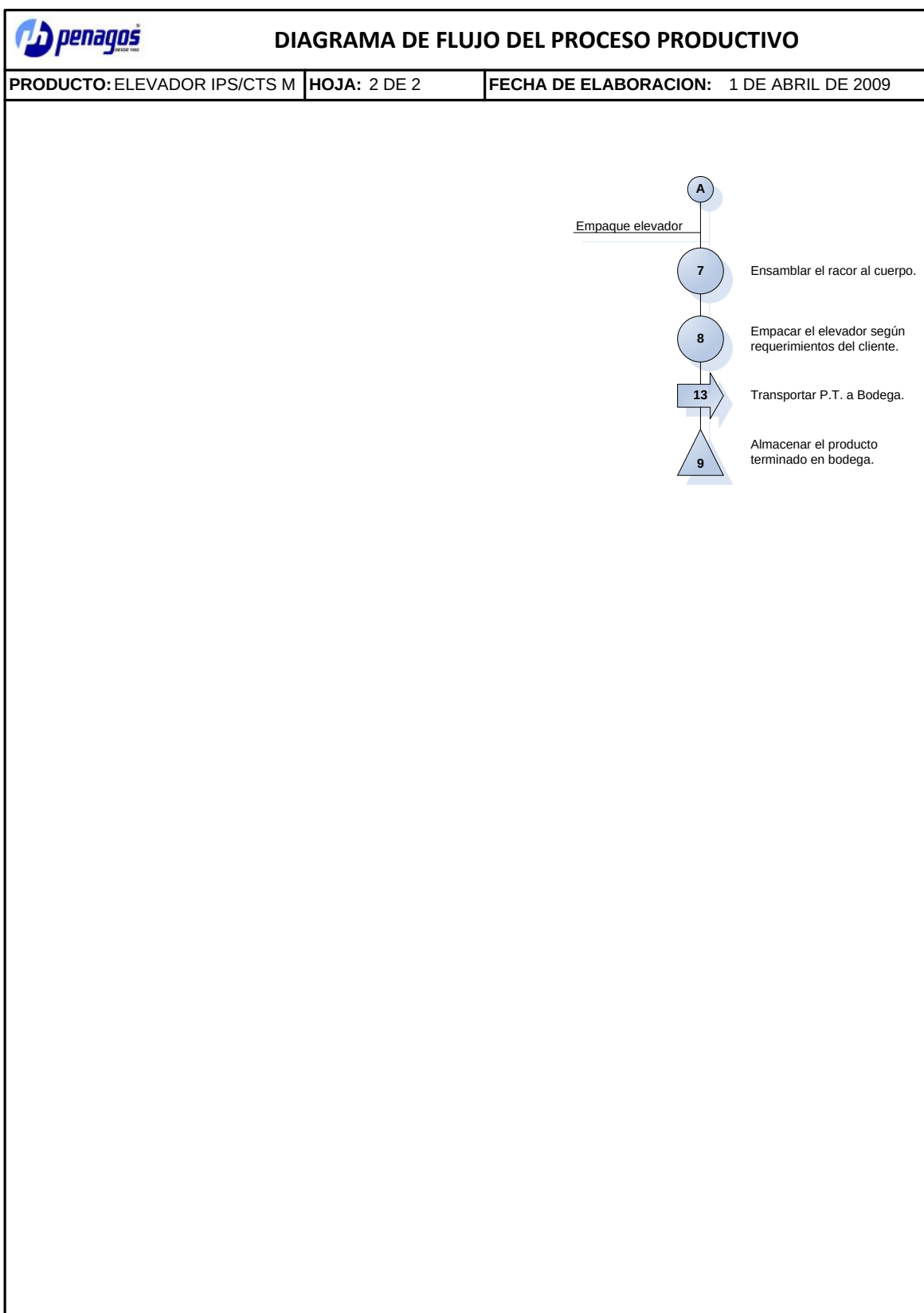


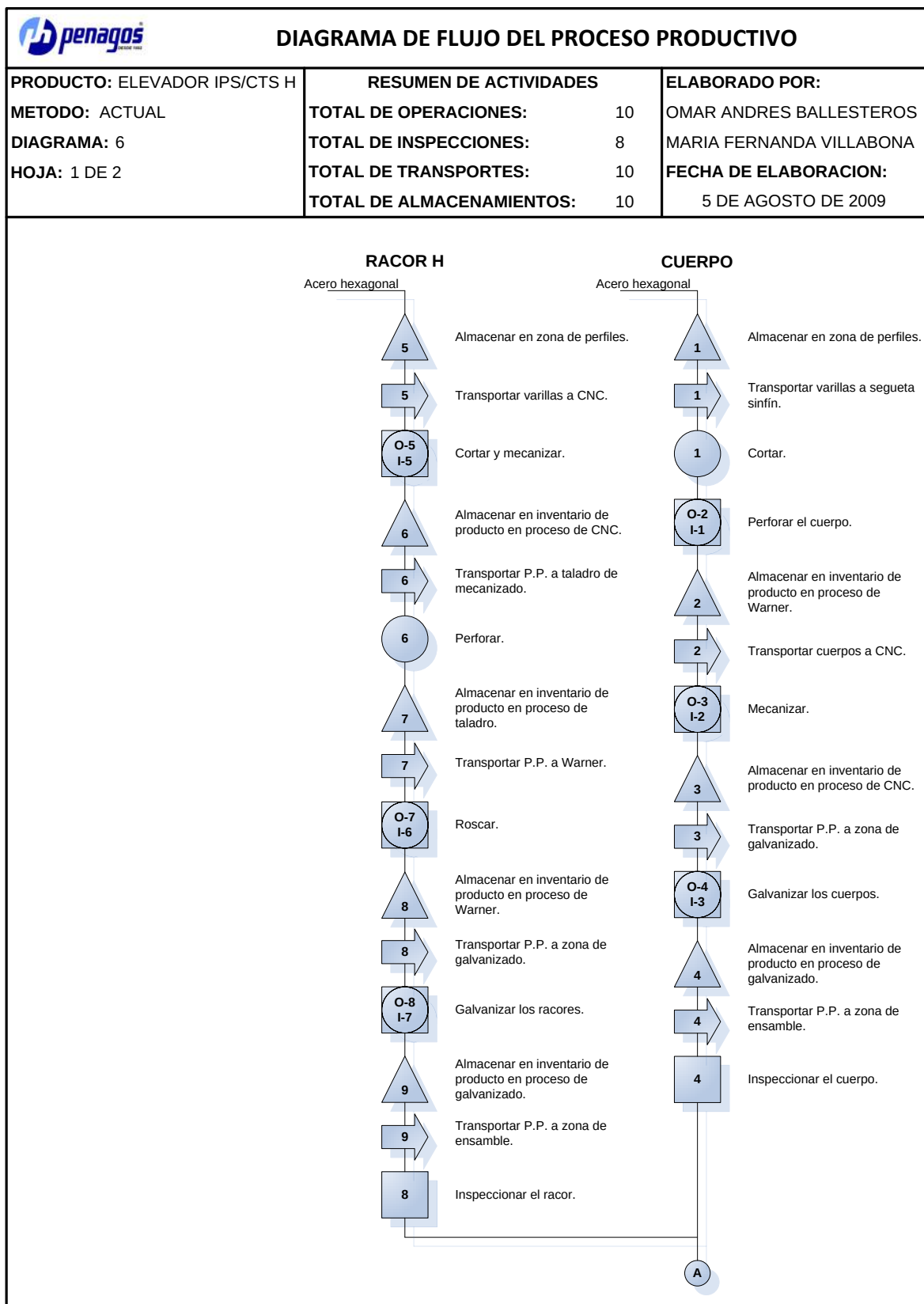


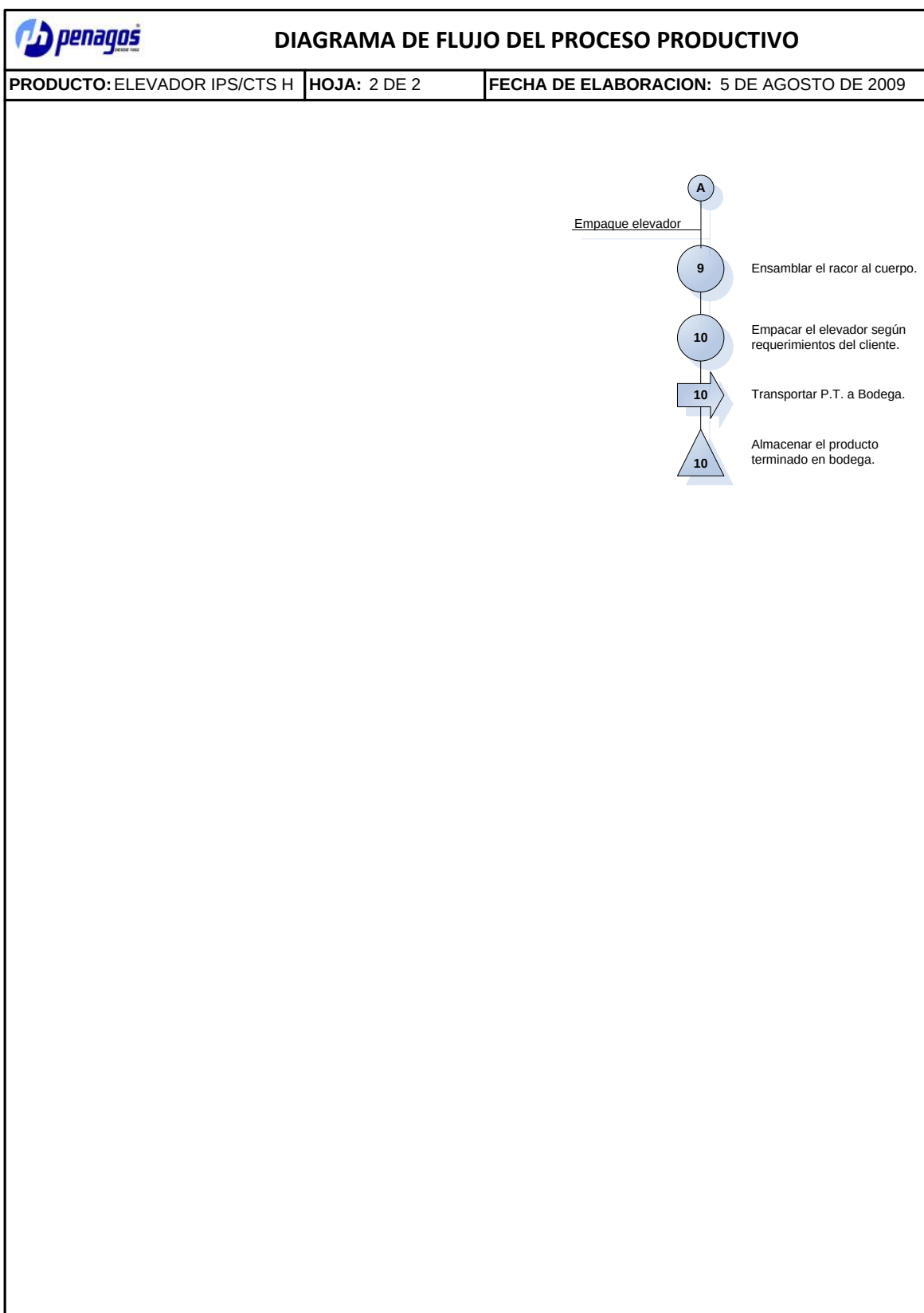


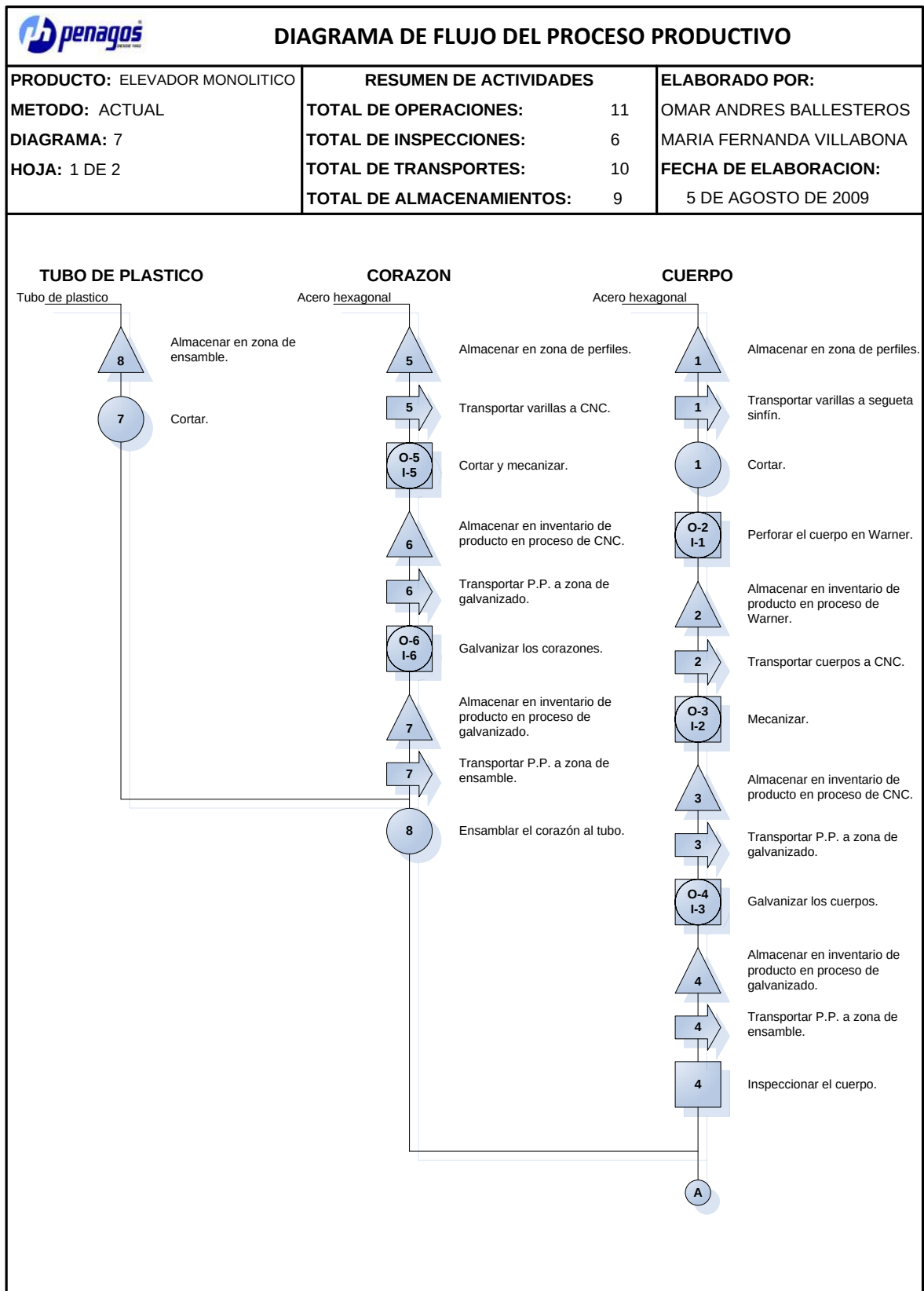


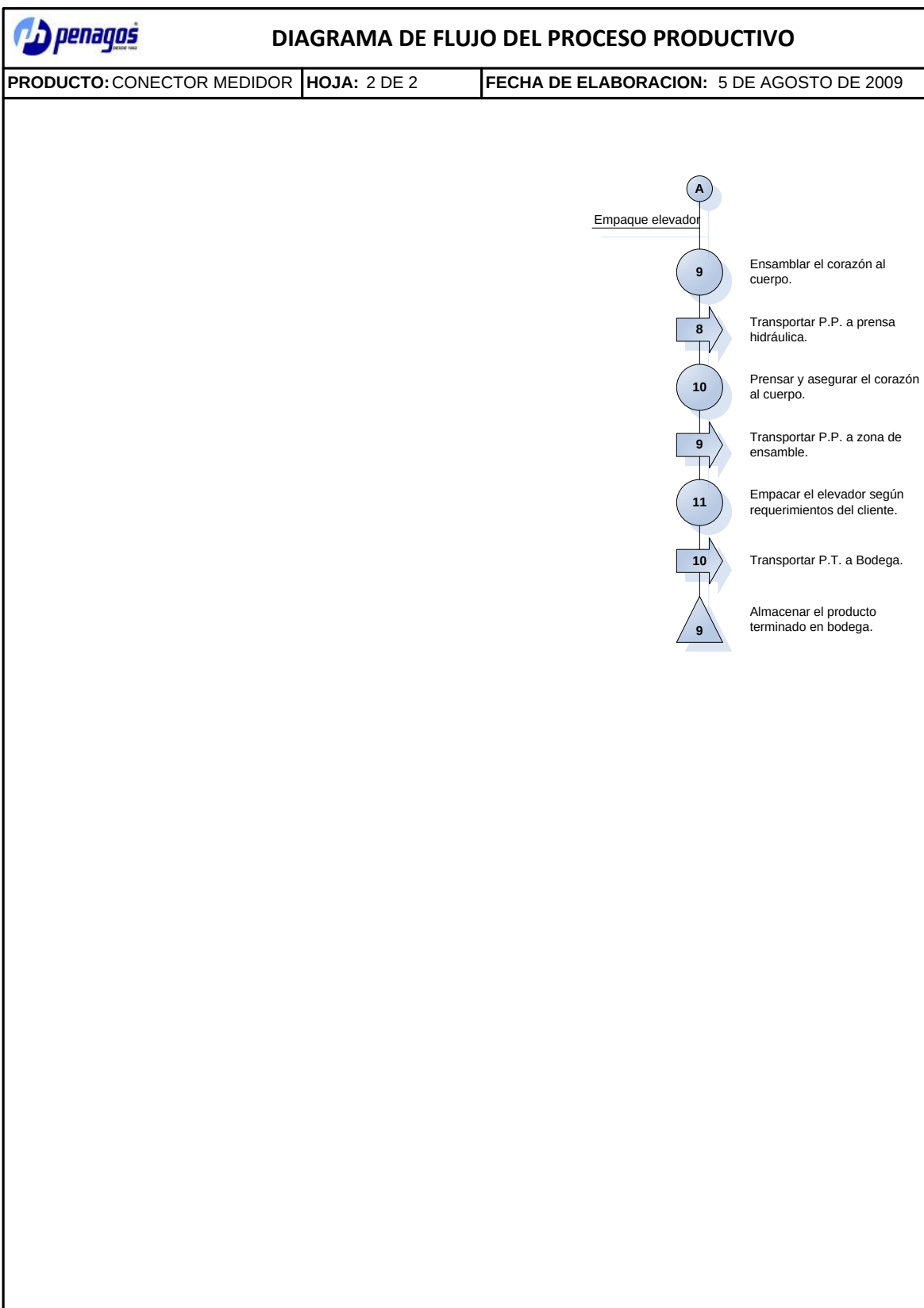








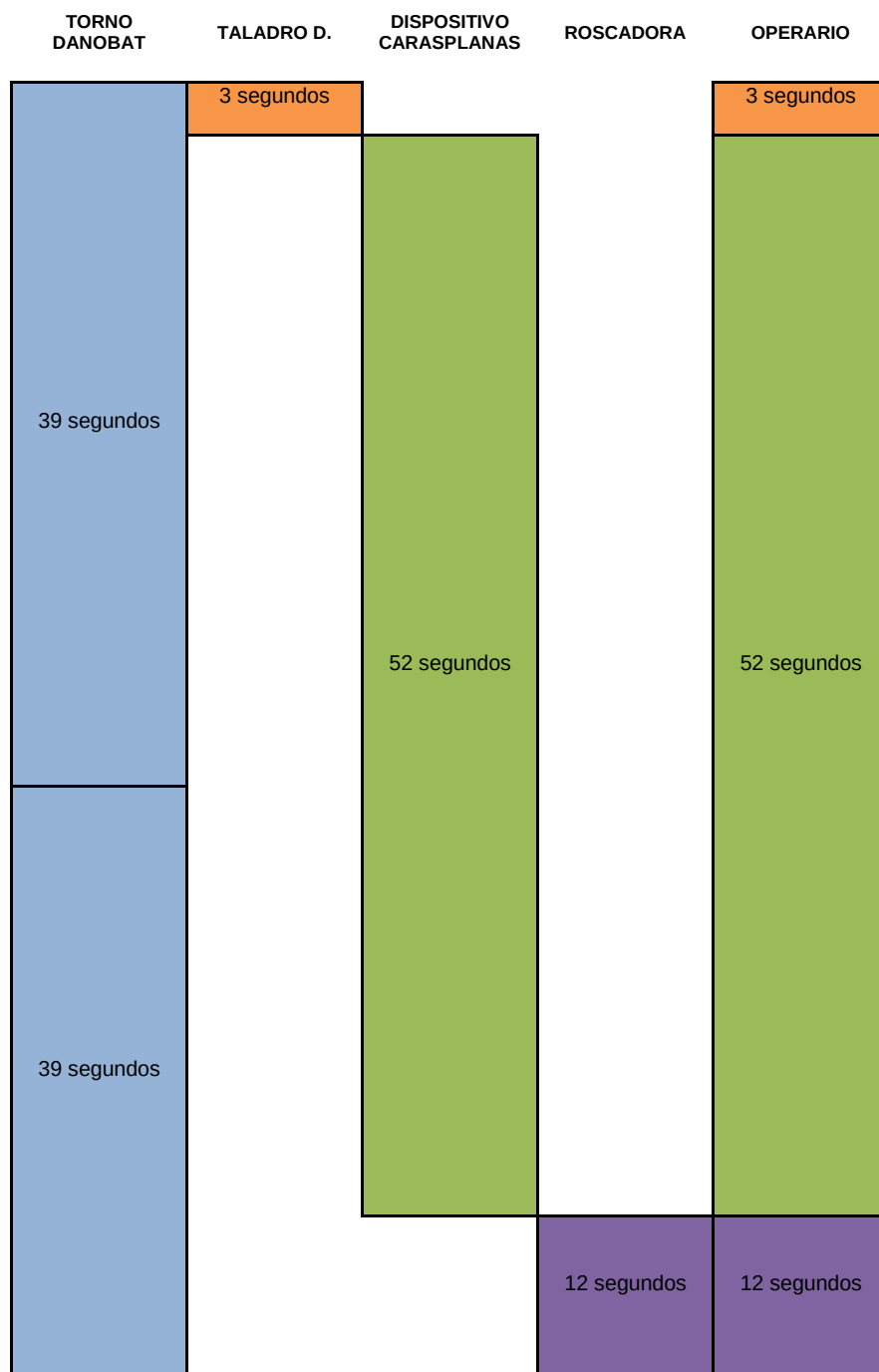


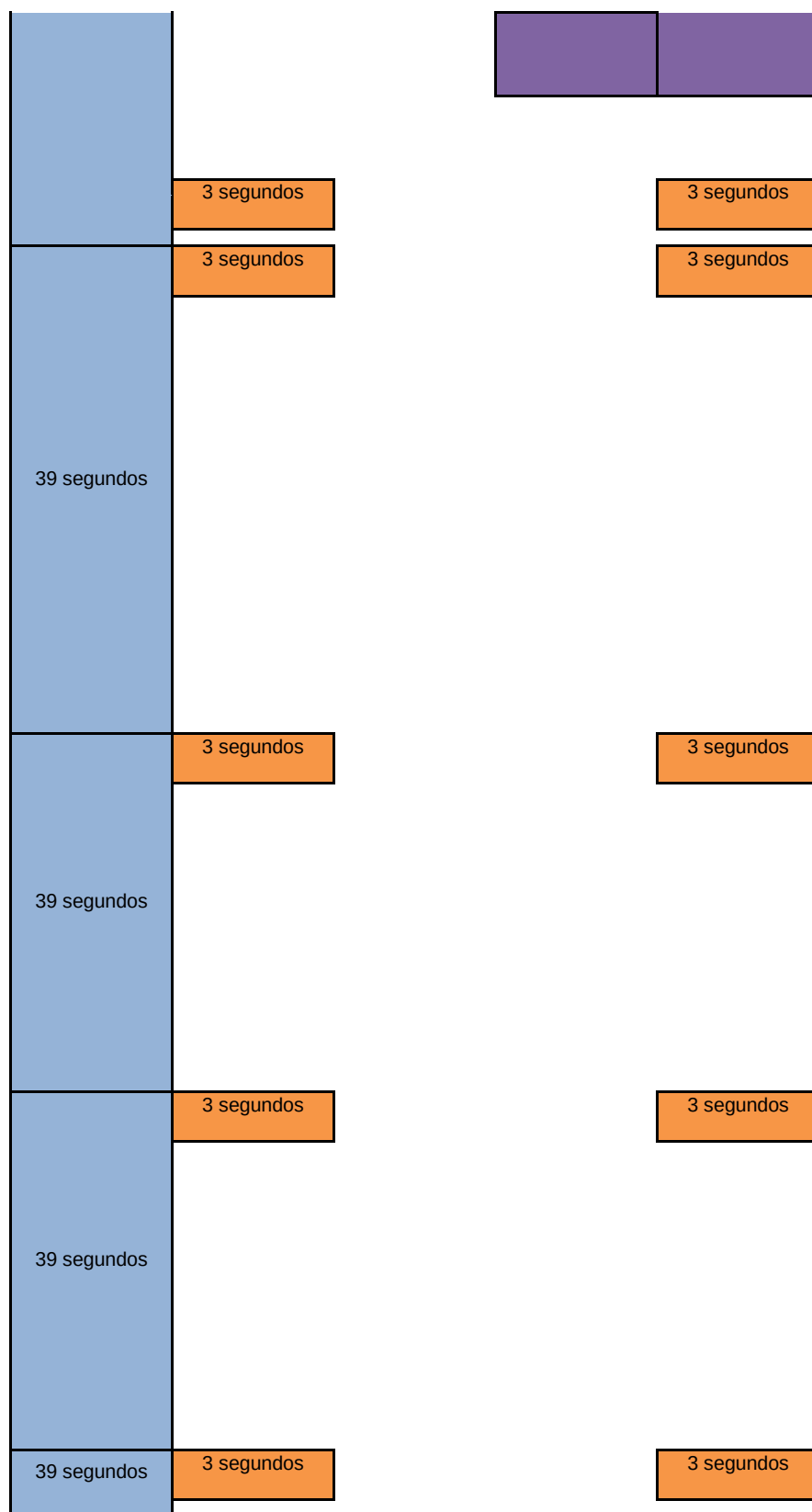


ANEXO 40

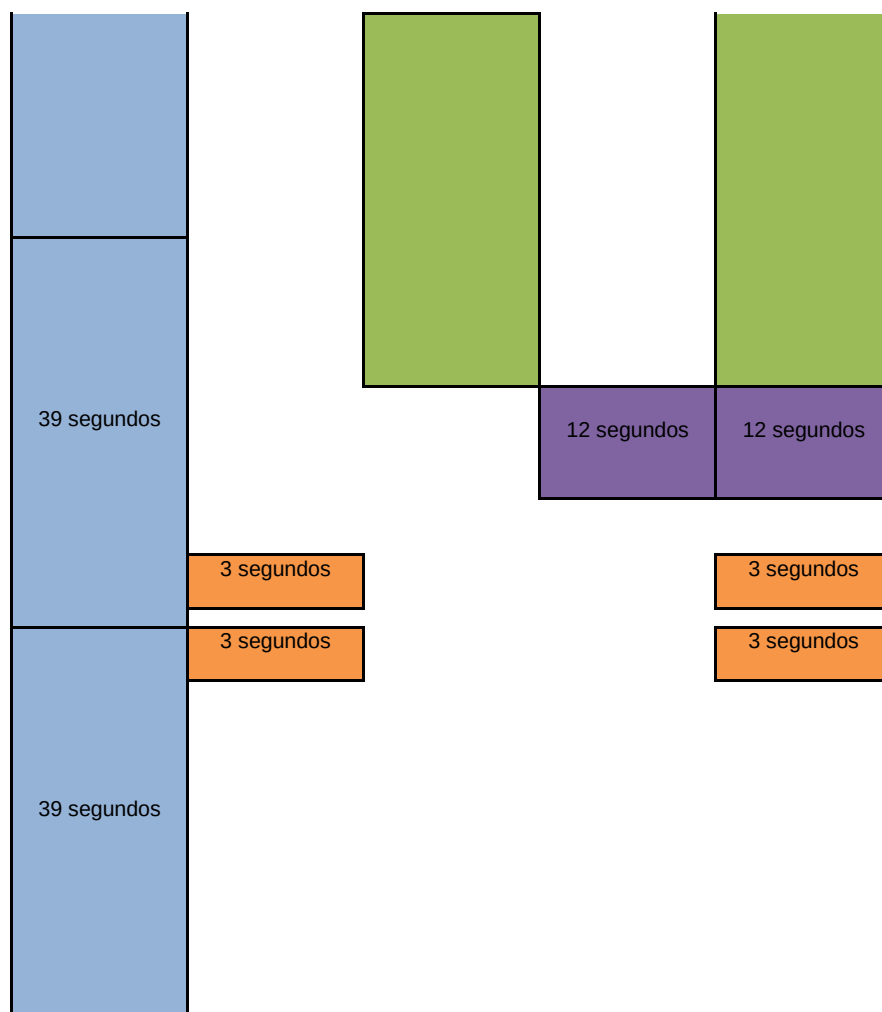
DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA CELDA DE ESPIGOS

Ilustración 1. Diagrama hombre-máquina









Fuente: Autores

ANEXO 41

FORMATO JORNADA KAIZEN LÍNEA DE GAS

Tabla 41-46. Formato jornada Kaizen Línea de Gas

JORNADA KAIZEN LINEA DE ACCESORIOS PARA GAS

FECHA INICIO:	27-jun-09	OBJETIVO: Independizar la línea de gas, utilizando la filosofías 5's y flujo continuo, aumentando la productividad en la línea.	LIDER	Omar Ballesteros y María Villabona	JORNADA CENTRAL
FECHA FINAL (P):	14-ago-09		COORDINADOR	Leonel Rodríguez y Wilson Sánchez.	1-ago-09
FECHA FINAL (R):			PADRINO	Claudia Gómez y Jesús Rangel	

N o.	REPOSABLES	LUGAR (MAQUINA O SITIO)	ACTIVIDADES	MATERIAL REQUERIDO	OBSERVACIONES Y/O PENDIENTES	FECHA PLANEADA	FECHA EJECUTADA
1	Jairo Pérez y Alirio Peña	PISOS	Abrir huecos en aquellas zonas donde el piso se encuentre en pésimo estado.	Herramientas de albañilería		30 JUNIO 10 JULIO	
			Rellenar y nivelar el piso.	Cemento y herramientas.			
	Leonel R. y Program Solutions		Lavar pisos con Hidrolavadora.	Hidrolavadora.		11 JULIO 18 JULIO	
			Pintar pisos.	Brochas, rodillos y pintura.			
2	Jairo Pérez y Alirio Peña	PAREDES	Tumbar pared de ensamble.	Herramientas de albañilería		30 JUNIO 10 JULIO	
			Construir pared de ensamble 50 cm hacia adentro.	Ladrillos, cemento y otros.			
			Subsanar las paredes en la zona de ensamble y columnas.	Cemento y herramientas.			
			Pintar paredes.	Brochas, rodillos y pintura.		21.JULIO	
	Wilson Sánchez		Limpiar y pintar las mallas que se encuentran en la zona de ensamble.	Brochas y pintura.		2 JULIO 5 JULIO	
3	Ramón Ayala	TECHO	Reemplazar aquellas tejas que tienen agujeros.	Tejas.		7 JULIO 10 JULIO	
			Limpiar techo	Elementos de aseo.			
			Ubicación de letreros sobre las zonas y celdas de la línea de gas.	Letreros			
4	Leonel R., Wilson S. y Program Solutions	MAQUINARIA	Colocar dispositivos que ayuden a evitar el derrame de líquidos.	Laminas, tornillos y otras.		30 JUNIO 1 AGOSTO	
	Mantenimiento de maquinas.		Herramientas.				
	Sergio A. y Pr. Luis Ernesto		Ubicación de redes y acometidas eléctricas en la nueva zona.	Materiales eléctricos.		20 JUNIO 1 AGOSTO	
	Equipo de Gas, Program Solutions y		Movimiento de maquinas en la nueva zona.	Montacargas.		1.AGOSTO	
			Demarcación de las celdas de	Brochas y			

	Wilson S.		trabajo.	pintura.			
5	Carlos V., Olga S., Leonel R., Omar B. y María V.	ENSAMBLE	Clasificación y orden de las cajas ubicadas en la parte de atrás.			27.JUNIO	
			Cambio del letrero de las piezas.	Laminas, tornillos y otras.			
			Ordenar la zona según la filosofía de flujo continuo.	Mesas, estantes y repisas.			
	Leonel R. y Program Solutions		Lavar pisos con Hidrolavadora.	Hidrolavadora.		11 JULIO 18 JULIO	
	Pintar pisos.		Brochas, rodillos y pintura.				
6	Omar B., María Fernanda V. y Wilson S.	GENERALES	Diseñar y realizar los letreros.			30.JULIO	
			Construir los estantes necesarios.				

Fuente: Autores

ANEXO 42

INSTRUCTIVO MECANIZADO ZONA DE GAS

ESTE ANEXO SE OMITE, ES DE USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA

ANEXO 43

FORMATOS CREADOS PARA LA LÍNEA DE GAS

1. Formato Reporte de actividades diarias.

El formato busca que los empleados día a día registren la producción. El formato es llevado por cada máquina de la Línea de Gas. Tiene las siguientes casillas:

- Trabajador: Nombre del operario que trabaja en la máquina.
- Nombre de la pieza: Espacio para colocar en nombre de la pieza procesada
- Actividad: Proceso se le realiza a la pieza.
- Cantidad: Se divide en dos: uno para la cantidad de piezas fabricadas y otra casilla para la cantidad de piezas rechazadas.
- Fecha: El día que se utiliza la máquina.
- Hora de inicio y hora final: Para registrar el tiempo que requerido para el procesamiento de la cantidad de piezas anotadas.

- Disposición del producto no conforme: Marcar que disposición le van a dar al producto no conforme (reproceso, reclasificación y desperdicio).
- Observaciones: Espacio utilizado para anotar los eventos esporádicos como las paradas no programadas de las máquinas.

La parte de atrás del formato está diseñada para hacer una nota más extensa de las observaciones apuntadas. Cuando existan paradas de máquinas no programadas debe ser firmado por el jefe de mantenimiento y por la persona encargada de la Línea de Gas.

La tabla 43.1 es un ejemplo del formato creado.

2. Kardex

PENAGOS HERMANOS se encuentra estudiando la factibilidad de adquirir SAP, por esta razón mientras se toma alguna decisión se debe implementar algún tipo de control sobre el inventario de producto terminado. El sistema escogido ese por medio de tarjetas kardex. Kardex es un sistema de registro y control de manera organizada de almacén tradicional, es un método sencillo y fácil de implementar.

Tabla 43-3. Muestra de tarjeta Kardex para control de producto terminado



TARJETA DE CONTROL DE INVENTARIO DE PRODUCTO TERMINADO

Fuente: Autores

3. Reporte de producto terminado a dirección de producción

Cada vez que dirección de producción desea conocer el inventario de producto terminado de los accesorios de gas, la persona encargada de la bodega debe contar caja por caja y hacer una relación del inventario existente. El informe es llevado en una hoja común escrita a mano por el operario. Por esta razón se decide crear el formato que se muestra a continuación para llevar el informe a dirección de producción, y que en ésta área se lleve un control (archivado en una carpeta) de los informes solicitados.

Tabla 43-4. Muestra del formato de informe de inventario de producto terminado a dirección de producción.



INFORME DE INVENTARIOS A DPTO. PRODUCCIÓN



FECHA: _____

REFERENCIA	INVENTARIO P. PROCESO	INVENTARIO P. TERMINADO
CU 1/2"		
CU 3/8"		
CM 1/2"		
CMB 1/2"		
CMP 1/2"		
CM 1/2" CC		
EMD 1/2" CTS		
EMD 3/4" IPS/M		
EM 1/2"		
U 3/4"		
U 1/2"		
U 3/4"		
U 3/8"		
U 1/2" HM		

Fuente: Autores

ANEXO 44

LISTA DE CHEQUEO DE LA LÍNEA DE GAS DESPUÉS DE LA JORNADA

Tabla 44-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO PUNTOS	SECCIÓN: LINEA DE GAS		FECHA			
	REVISADO:		MAYO 21/2009			
1. Menor grado de cumplimiento		5. Mayor grado de cumplimiento				
PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):		1	2	3	4	5
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?					X	
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?					X	
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?					X	
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?					X	
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?					X	
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?						X
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?						X
		TOTAL		30		
PARA ORDEN:						
¿Las cosas que son necesarias están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?					X	
¿Las herramientas necesarias están adecuadamente colocadas y ordenadas?					X	
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?					X	
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?						X
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?					X	
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?				X		
¿En las bodegas y almacenes se consigue rápidamente lo que se necesita?						X
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen?			X			
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?					X	
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?						X
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?					X	

	TOTAL	44			
<u>PARA LIMPIEZA:</u>					
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?			X		
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?				X	
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?					X
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?				X	
¿Los archivadores de las oficinas están libres de polvo o suciedad, manchas de tinto, comida?					X
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?			X		
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?				X	
	TOTAL	28			
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>					
¿Están los uniformes u overoles sucios?			X		
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?				X	
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?			X		
¿Hay goteras en los techos?					X
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?				X	
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?					X
¿Se respetan las áreas de trabajo?			X		
	TOTAL	28			
<u>PARA DISCIPLINA:</u>					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?					X
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?			X		
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?			X		
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?				X	
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?				X	
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?			X		
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?					X
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				X	
	TOTAL	31			

Fuente: Autores

ANEXO 45
CAPACITACIÓN 5S's

Diapositiva 1



Diapositiva 2

¿QUÉ SIGNIFICA KAIZEN?



KAI Mejora

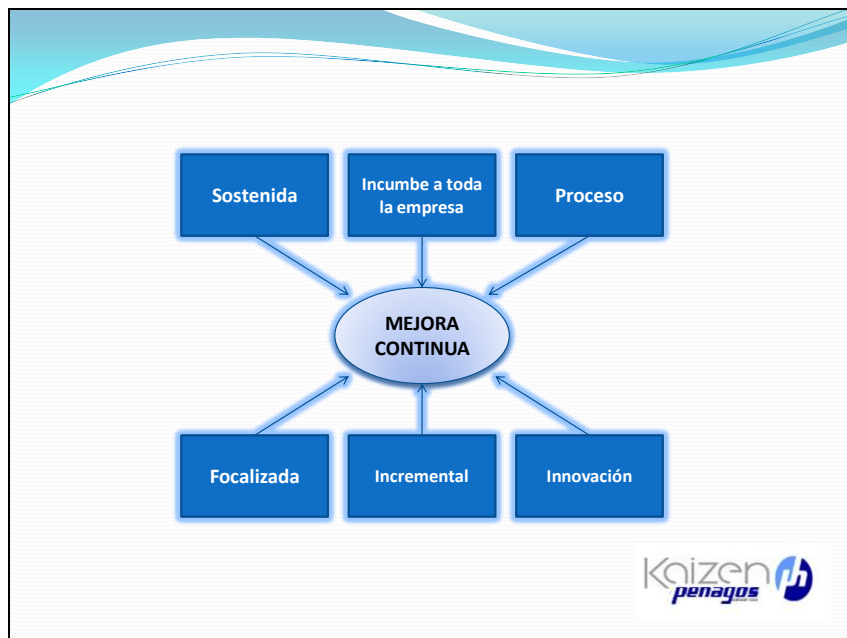
ZEN Continua

KAIZEN = Mejora Continua

Filosofía orientada a la MEJORA CONTINUA DE PROCESOS para eliminar las principales ineficiencias en las organizaciones.



Diapositiva 3



Diapositiva 4

- **Sostenida...** porque la mejora continua necesita tiempo para que tenga un gran efecto. Por lo que el reto consiste en garantizar que sigue avanzando.
- **Incumbe a toda la empresa...** porque todo el mundo, no solamente un puñado de especialistas, tiene el potencial creativo para abordar los problemas y encontrar soluciones.
- **Proceso...** porque la esencia de la mejora continua es un ciclo repetitivo de aprendizaje y de resolución de problemas.
- **Focalizada...** Debe tener un fin concreto, no limitarse simplemente a mejoras aleatorias aquí y allí.
- **Incremental...** porque los pequeños pasos importan, el cambio no siempre tiene que ser del tipo big bang y el efecto de muchos cambios pequeños que desgastan poco a poco un problema es mayor.
- **Innovación...** porque la mejora continua consiste en el cambio continuo, no en mantener el *status quo*. Se puede aplicar en cualquier lugar y a cualquier tipo de problema de la organización.



Diapositiva 5

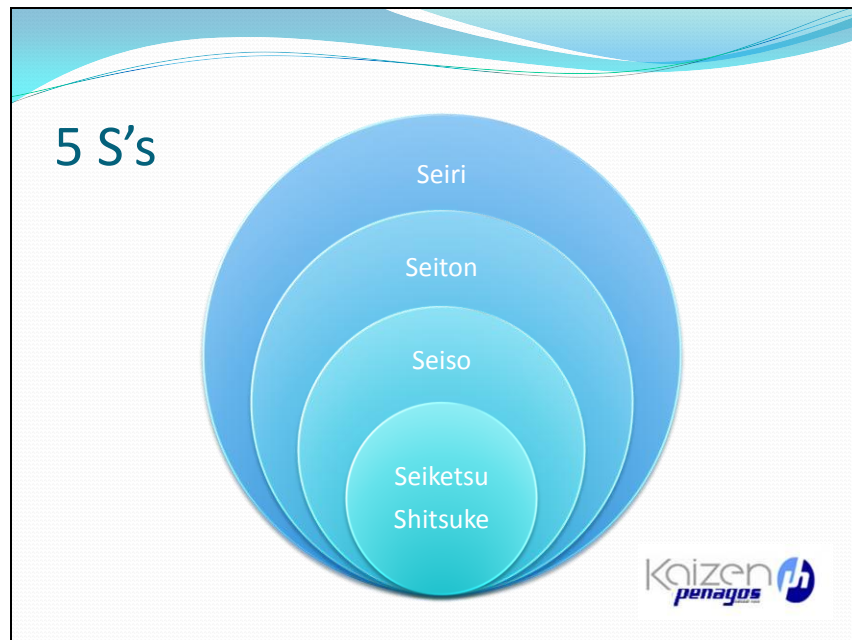
Los elementos dominantes del Kaizen son: calidad, esfuerzo, compromiso de todos los empleados, buena voluntad de cambiar, comunicación, y a lo anterior se debe sumar tres factores claves en el desarrollo de esta filosofía:



Diapositiva 6



Diapositiva 7



Diapositiva 8

- Seiri (Despejar - Clasificar)

Eliminar todos aquellos objetos que no necesitamos o no pertenecen al área de que se trate



Diapositiva 9

- Seiton (Ordenar – Organizar)

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

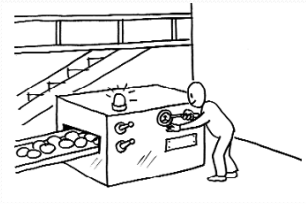
Contribuye a ahorrar tiempo cuando estamos buscando algo y el acomodo lógico de las cosas permite a cualquier persona encontrar lo que necesita



Diapositiva 10

- Seiso (Limpiar – Reparar)

Cuando sólo quedan los elementos necesarios y están correctamente identificados y ubicados, debemos tomar las acciones necesarias para dejarlos en las condiciones óptimas de uso (limpios, seguros, fiables,...).

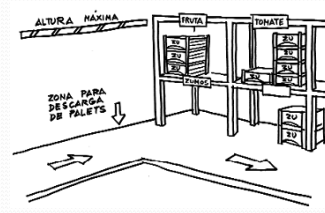
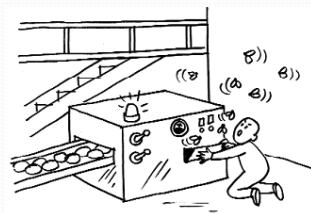


Kaizen
penagos

Diapositiva 11

- Seiketsu (Estandarizar – Mantener)

Convertir la nueva actitud hacia el orden y limpieza en un estándar, hacerlo nuestra forma “normal” de hacer las cosas.

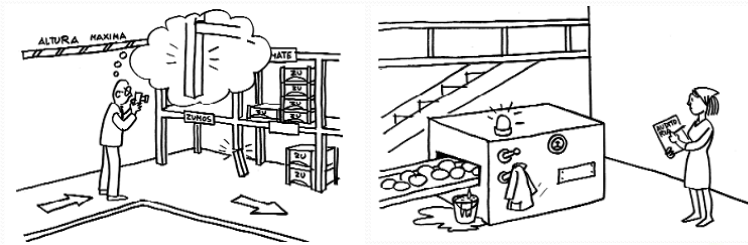


Kaizen
penagos

Diapositiva 12

- Shitsuke (Disciplina)

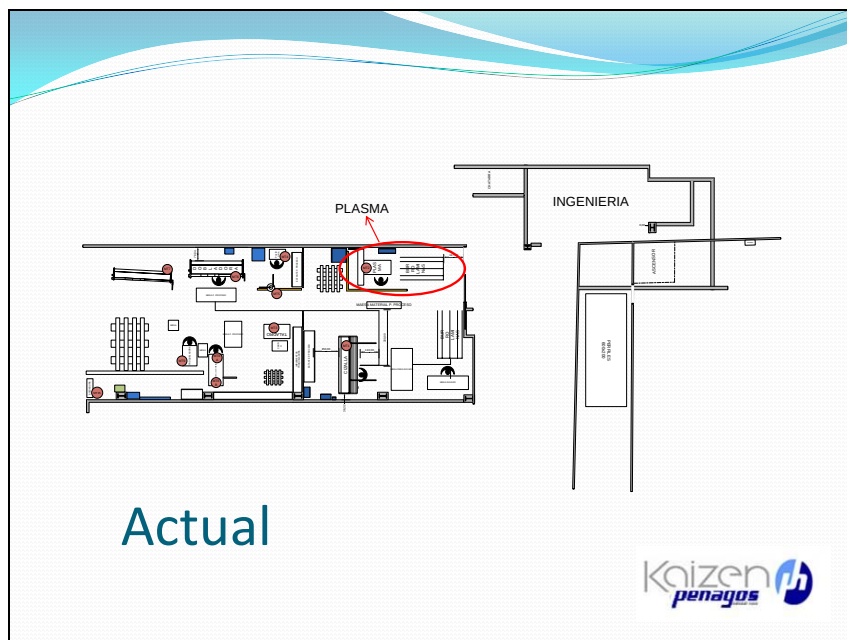
El sistema de gestión debe fomentar la disciplina (en el sentido de autoexigencia) para que se respeten las directrices establecidas.



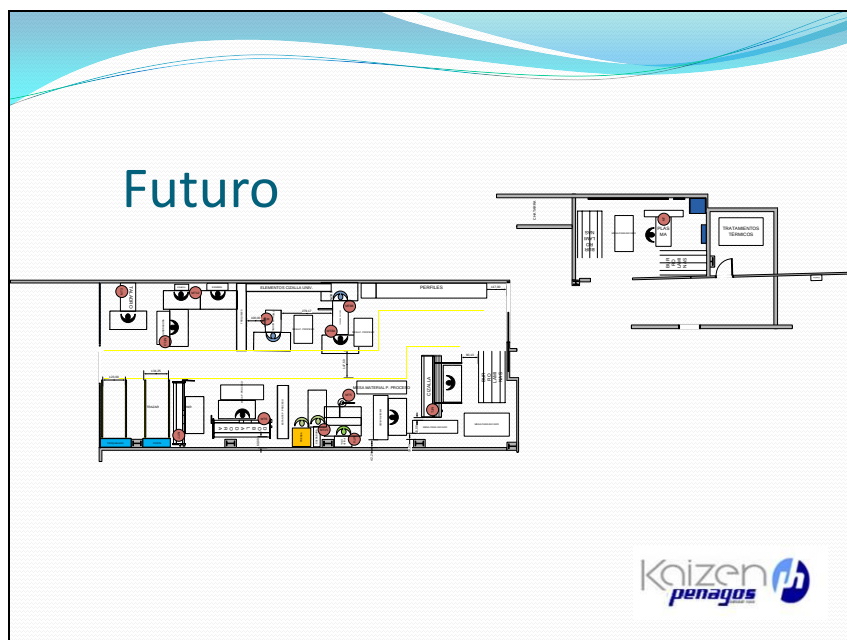
Diapositiva 13

1. Realizar un diagnóstico por medio del formato [5S's](#).
2. Reuniones con los líderes del proceso:
 - Planear sección de corte por plasma
 - Definición de las actividades de la Jornada

Diapositiva 14



Diapositiva 15



ANEXO 46

INFORME DETALLADO 5 S'S ZONA PLASMA

Tabla 46-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO ESES	SECCIÓN: PLASMA	FECHA				
	REVISADO: Ing. Claudia M. Gómez	MAYO 8 DE 2009				
1. Menor grado de cumplimiento		5. Mayor grado de cumplimiento				
PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):		1	2	3	4	5
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?			x			
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?		x				
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?		x				
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?				x		
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?			x			
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?		x				
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?			x			
TOTAL		12				
PARA ORDEN:						
¿Las cosas que son necesarias no están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?			x			
¿Las herramientas necesarias no están adecuadamente colocadas y ordenadas?			x			
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?			x			
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?				x		
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?			x			
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?					x	
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen ?			x			
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?					x	
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?						x
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?				x		
TOTAL		29				

<u>PARA LIMPIEZA:</u>					
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?	X				
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?		X			
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?	X				
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?		X			
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?				X	
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?	X				
TOTAL					11
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>					
¿Están los uniformes u overoles sucios?	X				
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?					X
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?			X		
¿Hay goteras en los techos?	X				
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?			X		
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?				X	
¿Se respetan las áreas de trabajo?		X			
TOTAL					15
<u>PARA DISCIPLINA:</u>					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?			X		
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?	X				
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?		X			
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?				X	
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?				X	
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?		X			
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?			X		
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				X	
TOTAL					20

Fuente: Autores

1. Seiri (Clasificar o despejar):

- Existe demasiada lámina en la sección y recorte de lámina que puede llegar a servir en algún momento.

- Todo el piso de la sección, debajo del estante se encuentre lleno de material para cortar o cortado.
- Existen cajas que no deberían estar en el área.
- El material en ocasiones se oxida y este material ya no sirve. La máquina en ocasiones no funciona bien.
- Posee una caja de herramientas donde todo se encuentra mezclado.
- Las paredes se encuentran sucias, manchadas y con huecos. Existe riesgo eléctrico.

Ilustración 118. Material en el piso, caja de herramientas *Ilustración 119. Caja de herramientas.*



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Ilustración 120. Material en el piso y obsoleto



Fuente: Autores

2. Seiton (Ordenar):

- Las herramientas no tienen orden específico.
- Las piezas a procesar son colocadas sobre un estante sin ninguna señalización.
- Las plantillas se encuentran sobre el estante de forma desorganizada y no demarcada.
- Existe un solo extintor y se encuentra detrás de un sitio en el que se encuentran mucho desorden y desperdicio de material, es un pasillo muy angosto. No se encuentra demarcado con color rojo el sitio en el que se encuentra, y no se observa en el extintor los aros que certifican que fue recargado y que se le realizó

el mantenimiento. El área de trabajo cuenta con sitios de fácil acceso en caso de emergencia, pero se encuentra mucho desorden en el piso que se convierte en obstáculos.

- Se manejan planillas para cada proceso, para seguimiento y control de calidad, los cuales no se llenan.

Ilustración 121. Plantillas sobre estante



Fuente: Autores

Ilustración 122. Pared en mal estado



Fuente: Autores

Ilustración 123. Único extintor en la unidad de apoyo



Fuente: Autores

3. Seiso (Limpieza):

- El estado de suciedad de las lámparas, techo y estantes es demasiado; no se les realiza ninguna limpieza ni mantenimiento.
- Las acometidas no son seguras, no se encuentran aisladas y corren riesgo con las chispas que salen del plasma.
- Existe un extractor cerca de la máquina de corte de plasma.

Ilustración 124. Lámpara sucia



Fuente: Autores

Ilustración 125. Acometidas eléctricas



Fuente: Autores

Ilustración 126. Extractor y acometidas eléctricas



Fuente: Autores

4. Seiketsu (Estado de limpieza):

- Los uniformes constantemente están sucios pues el polvo y viruta que sale del plasma
- Se usan de manera adecuada los implementos de seguridad.
- La iluminación en el corte es pésima.
- Existen goteras por tejas rotas que pueden ocasionar daño en las piezas procesadas.
- Por uno período de tiempo los rayos solares incomodan. Los empleados hicieron una pared de láminas.

Ilustración 127. Uso de implementos de seguridad



Fuente: Autores

Ilustración 128. Pared en lámina para evitar los rayos solares y el agua.



Fuente: Autores

5. Shitsuke (Disciplina):

- Los operarios llegan puntuales a su respectivo turno, la empresa controla la entrada con tarjeta tiempo.
- No se están llevando los registros, ni formatos de producción, calidad y cumplimiento.
- Los operarios de toda la unidad de apoyo por la contaminación desean que salga de la unidad el plasma.
- El área destinada para el plasma es muy pequeña.
- Todos los días se realiza una reunión de diez minutos, por secciones para compartir problemas y proponer soluciones inmediatas “apaga incendios”.

ANEXO 47

FORMATO JORNADA KAIZEN PLASMA

Tabla 47-47. Formato jornada Kaizen plasma

JORNADAS KAIZEN PLASMA

FECHA INICIO:	10 DE MAYO	OBJETIVOS:	LIDER	John Benítez	JORNADA CENTRAL
FECHA FINAL (P):	30 DE MAYO	*Aplicar 3 S's en área de pintura: Seleccionar, Ordenar y Limpiar	COORDINADOR	Leonel Rodríguez	30 MAYO DE 2009
FECHA FINAL (R):	11 DE JUNIO		PADRINO	Claudia Gómez	

No.	GRUPO	LUGAR (MAQUINA O SITIO)	ACTIVIDADES	MATERIAL REQUERIDO	FECHA PLANEADA	FECHA EJECUTADA
	Jairo Pérez Alirio Villabona	PISOS	Arreglo piso con huecos (Cementar) Antes y después de correr maquinaria.	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles	18 DE MAYO	19 DE MAYO
			Lavar piso	Hidrolavadora	19 DE MAYO	20 DE MAYO
			Pintar	Pintura especial	19 DE MAYO	20 DE MAYO
			Damarcar zonas	Pintura/cinta adhesiva	19 DE MAYO	20 DE MAYO
	Ramiro Mendoza	INGENIERÍA	Buscar nueva zona para el proceso de ingeniería		14 DE MAYO	14 DE MAYO

	Equipo de Ingeniería		Realizar adecuaciones al lugar seleccionado (Pisos, paredes, instalaciones eléctricas, etc)	Todo lo relacionado con obras civiles	17 DE MAYO	17 DE MAYO
			Intalación de equipos.			
	Jairo Pérez Alirio Villabona Sergio Sánchez Prof. Luis Ernesto John Benítez Leonel Rodríguez	PLASMA	Demoler y levantar paredes "zona de forja"	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles. Cables, tubos, herramientas, lámparas.	18 DE MAYO	27 DE MAYO
			Realizar adecuaciones eléctricas			
			Elaboración e instalación de acometidas (protección de cables)			
			Acometida de aire			
			Instalación de deposito de aire y de aire acondicionado			
			<u>Instalación de extractor</u>	Arreglo del extractor		
			Limpieza interna de la viruta acumulada	Desengrasantes, implementos de aseo	22 DE MAYO	22 DE MAYO
			Limpieza (desengrasar y desmanchar)			
			Ubicación de plantillas	Elaboración ganchos	25 DE MAYO	25 DE MAYO
			Mesa para producto en proceso	Tablas, perfiles, soldadura	27 DE MAYO	6 DE JUNIO
			Mesa soporte cuando se corta			
			Organización, demarcación de dispositivos y herramientas	Arreglo de caja de herramientas	28 DE MAYO	29 DE MAYO
			Adecuar zona para planos (estante)	Madera, elaboración estantae		
			Demarcar zonas	Pintura/cinta adhesiva	Al terminar todo	Al terminar todo

	Ramiro Mendoza Equipo de Ingeniería	TRATAMIENTOS TÉRMICOS	Adecuar piso	Cemento y todo lo relacionado con obras civiles. Cables, tubos, herramientas, lámparas.	23 DE MAYO	27 DE MAYO
			Acometidas eléctricas		25 DE MAYO	29 DE MAYO
			Instalaciones de agua e iluminación		22 DE MAYO	27 DE MAYO
			Prensa		22 DE MAYO	27 DE MAYO
			Trasladar yunque		22 DE MAYO	27 DE MAYO
			Adecuar y demarcar sitio de herramientas	Lámina para estante	22 DE MAYO	27 DE MAYO
			Instalación del equipo de oxicorte	Equipo de oxicorte	25 DE MAYO	30 DE MAYO
	Jairo Pérez Ramón Silva	PAREDES Y TECHOS	Eliminar goteras	Tejas	30 DE MAYO	4 DE JUNIO
			Arreglar la entrada principal de la sección (láminas y la reja)	Perfiles, soldadura, rejas.	30 DE MAYO	6 DE JUNIO
			Reubicación y limpieza de lámparas	Cables, lámparas, 3 bombillos	30 DE MAYO	7 DE JUNIO
			Limpieza de techos	Implementos de aseo	30 DE MAYO	11 DE JUNIO
			Pintar paredes	Cal	30 DE MAYO	10 DE JUNIO
			Puntos eléctricos y neumáticos	Cables, tubos, herramientas	27 DE MAYO	6 DE JUNIO

Fuente: Autores

ANEXO 48

INFORME DETALLADO 5 S'S ZONA PLASMA

Tabla 48-1. Lista de chequeo de cinco puntos

LISTA DE CHEQUEO DE CINCO ESES	SECCIÓN: PLASMA	FECHA				
	REVISADO: Ing. Claudia M. Gómez	JUNIO 9 DE 2009				
1. Menor grado de cumplimiento		5. Mayor grado de cumplimiento				
PARA DESPEJAR (ARREGLO APROPIADO):		1	2	3	4	5
¿Encuentra cosas innecesarias en el lugar de trabajo?					X	
¿Hay productos obsoletos, devueltos por los clientes, mezclados a la producción actual?				X		
¿Hay cajas, papeles, cables, tubos, tablas, láminas, escombros, basuras y otros tirados en los pisos, detrás de las máquinas o encima de ellas?				X		
¿Se dañan cosas útiles por mezclarse con cosas inútiles?					X	
¿Las herramientas, utensilios, papelería y otros elementos útiles están separados de los de uso infrecuente?					X	
¿Hay herramientas útiles o materiales colocados sobre el piso?				X		
¿Hay huecos, suciedad, pintura en mal estado en paredes y pisos que inciten al desorden, desengreño y apatía?						X
TOTAL		26				
PARA ORDEN:						
¿Las cosas que son necesarias no están debidamente separadas y colocadas en sus lugares designados?					X	
¿Las herramientas necesarias no están adecuadamente colocadas y ordenadas?					X	
¿Encuentra herramientas necesarias o útiles necesarios sin demora?					X	
¿En los pasillos, en las escaleras, lugares de almacenamiento y de trabajo están claramente señalizados?				X		
¿Es fácil el acceso a extintores, hidratantes y sistemas de espumas antiincendio o sistemas paradas de emergencia?					X	
¿Hay operarios recorriendo la planta, taller u oficinas buscando cosas?				X		
¿Ruidos de planta o radios que ensordecen?					X	
¿Se encuentran ropas y objetos personales de los operarios en los sitios no adecuados?					X	
¿Periódicos, revistas y libros, no afines a las actividades de labor propias de un área de operaciones que propician la desatención del personal de operadores?						X
¿Pocillos de café, vasos, cascos de seguridad, llaves, guantes de operadores y otros por ejemplo sobre las consolas de control de los procesos?					X	

		TOTAL		39	
<u>PARA LIMPIEZA:</u>					
¿El piso, los pasillos, paredes y ventanas están sucios o manchados? ¿Están las lámparas, focos, reflectores, etc., sucios o manchados?				X	
¿Están las máquinas y equipos con polvo, mugre, virutas, pegantes adheridos, chorreaduras de aceite o grasa?			X		
¿Hay tubos, cables, etc. , sucios o manchados?			X		
¿Las boquillas de las máquinas están completamente libres y limpias?		X			
¿Hay frecuentemente agua y otros fluidos regados por el piso?				X	
¿Hay desperfectos de materiales o materias primas cerca de las máquinas?			X		
		TOTAL		19	
<u>PARA ESTADO DE LIMPIEZA (UNIFORMAR):</u>					
¿Están los uniformes u overoles sucios?			X		
¿Los uniformes son los adecuados? ¿Se utilizan los implementos de seguridad?					X
¿Las condiciones de ruido, calor, iluminación, polvo o vibraciones son las mínimas aceptables?					X
¿Hay goteras en los techos?					X
¿Hay rayos solares incomodando a alguien?				X	
¿Están delimitadas las zonas para comer, fumar, etc.?				X	
¿Se respetan las áreas de trabajo?				X	
		TOTAL		30	
<u>PARA DISCIPLINA:</u>					
¿La gente hace limpieza sin que le recuerde?					X
¿Se siguen las reglas, procedimientos e instrucciones?				X	
¿Los informes sobre el orden del trabajo se hacen debidamente y a su tiempo?			X		
¿El personal llega a tiempo a su trabajo?				X	
¿Los grupos de trabajo se reúnen según lo programado?				X	
¿Tienen la costumbre de una inspección diaria?			X		
¿Se percibe en el personal entusiasmo por mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas?					X
¿Se nota cordialidad entre los trabajadores, supervisores y jefes?				X	
		TOTAL		32	

Fuente: Autores

ANEXO 49

LISTADO DE HERRAMIENTAS

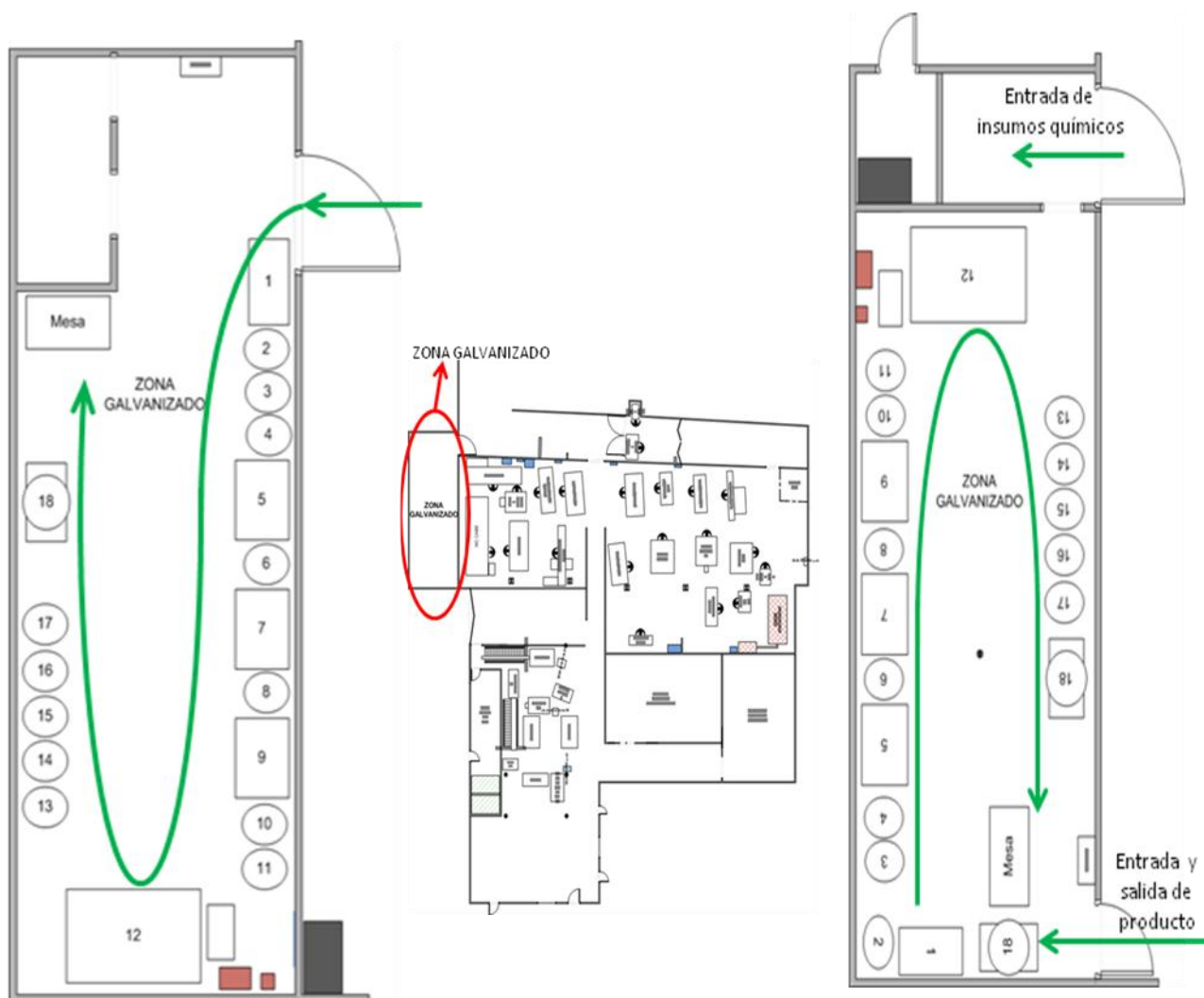
Tabla 49- 48. Listado de herramientas necesarias para la Línea de Gas

CANTIDAD	HERRAMIENTA	PRECIOS SIN IVA	TOTAL
1	Expansiva de 10"	\$ 26.400	\$ 30.624
1	Llave de 3/4" * 7/8" Mixta	\$ 15.300	\$ 17.748
1	Llave de 1/2" * 1/2"	\$ 6.500	\$ 7.540
1	Llave de 9/16" * 9/16"	\$ 7.250	\$ 8.410
1	Llave de 11/16"	\$ 9.500	\$ 11.020
1	Llave 5/8"	\$ 8.350	\$ 9.686
1	Llave 6 milímetros	\$ 5.000	\$ 5.800
1	Hombre solo de 10"	\$ 32.000	\$ 37.120
1	Destornillador de pala de 6" * 1/4"	\$ 6.500	\$ 7.540
1	Destornillador de estrella de 6" * 1/4"	\$ 7.000	\$ 8.120
1	Juego de Bristol	\$ 36.200	\$ 41.992
1	Copa de 7/16" cuadrante 1/2"	\$ 4.400	\$ 5.104
1	Aceitera 300 ml	\$ 8.500	\$ 9.860
1	Gracera	\$ 45.000	\$ 52.200
1	Alicate 8"	\$ 19.800	\$ 22.968
1	Metro de 5m	\$ 15.000	\$ 17.400
1	Llave de 5/16"	\$ 5.000	\$ 5.800
1	Llave de 10 milímetros	\$ 5.000	\$ 5.800
1	Llave de 7/16"	\$ 6.000	\$ 6.960
TOTAL			\$ 311.692

Fuente: Autores

ANEXO 50

DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE LA ZONA DE GALVANIZADO



ANEXO 51
INSTRUCTIVO GALVANIZADO

ESTE ANEXO SE OMITE, ES DE USO EXCLUSIVO DE LA EMPRESA

ANEXO 52

PRESUPUESTO Y FOTOS DEL ESTADO ACTUAL GALVANIZADO

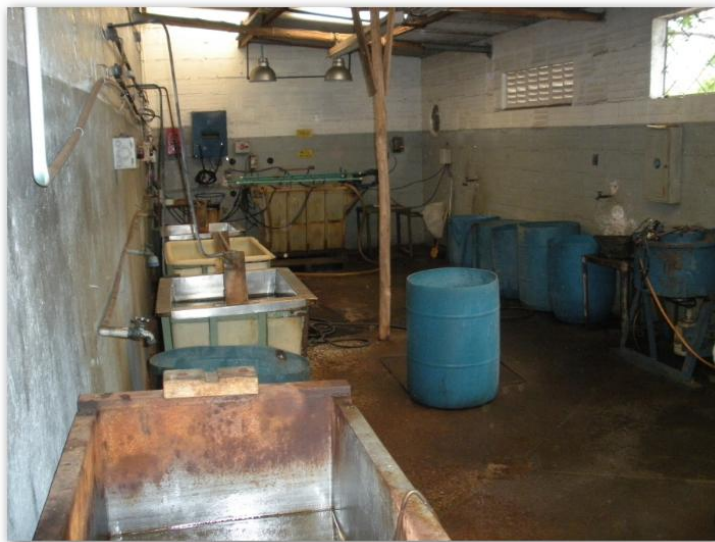
Tabla 52-1. Presupuesto de la inversión

Acciones	Presupuesto
<u>Arreglo de pisos</u>	
Cemento	\$ 240,000
Arena	\$ 99,000
Tratamiento piso	\$ 2,152,000
<u>Acondicionamiento térmico</u>	
Aire acondicionado	\$ 600,000
<u>Instalaciones eléctricas y aire</u>	
Distribución eléctrica interna	\$ 1,500,000
Interruptores, cajas, tomacorrientes.	\$ 400,000
<u>Arreglo y pintura de paredes</u>	
Cemento	\$ 200,000
Arena	\$ 99,000
Pintura	\$ 150,000
Rodillos y brochas	\$ 22,000
<u>Señalización</u>	
Letreros para las maquinas	\$ 250,000
Letreros para los estantes	\$ 50,000
<u>Trabajadores</u>	\$ 800,000
TOTAL	\$ 6,562,000

Fuente: Autores

El anterior presupuesto fue elaborado con la asesoría del departamento de compras y suministros.

Ilustración 129. Zona de galvanizado



Fuente: Autores

Ilustración 130. Mesa de inspección producto galvanizado



Fuente: Autores

Ilustración 131. Almacenamiento de productos químicos



Fuente: Autores

Ilustración 132. Canecas, paredes y piso en mal estado



Fuente: Autores

Ilustración 133. Cuba de galvanizado

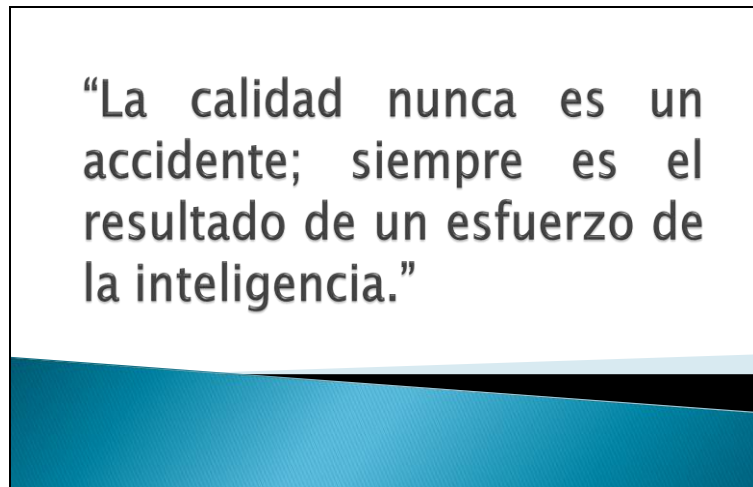


Fuente: Autores

ANEXO 53

CAPACITACIÓN CALIDAD

Diapositiva 1



Diapositiva 2



Diapositiva 3

CALIDAD

NO ES:

- › Responsabilidad de una o dos personas.
- › Corregir.
- › Satisfacción de la empresa.
- › Un acto.
- › Hacerlo varias veces.
- › Llenar formatos.

ES:

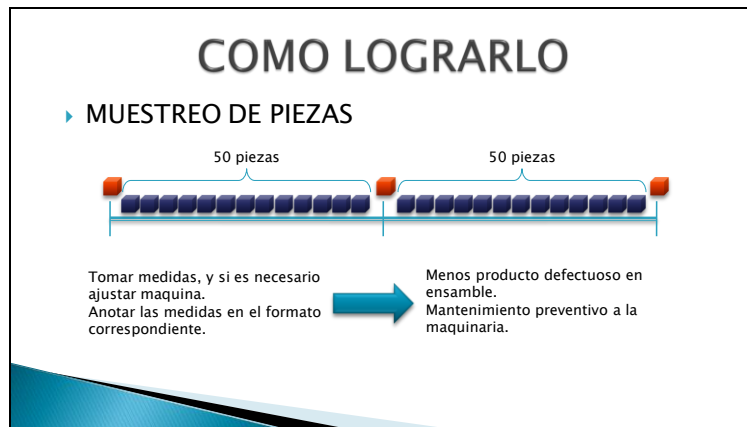
- › Compromiso y trabajo en equipo.
- › Prevenir.
- › Satisfacción de los clientes.
- › Un hábito.
- › Hacerlo bien a la primera vez.
- › Obtener información.

VIDEO TRABAJO EN EQUIPO

Diapositiva 4



Diapositiva 5



Diapositiva 6

PARA MEDITAR.....

**La persona que realmente quiere
hacer algo encuentra la forma de
hacerlo. Los demás encuentran
razones y excusas**

Diapositiva 7

INDICADORES

- “Lo que no se puede medir, no se puede controlar”
- “Dime como me mides y te diré como me comportaré”

Diapositiva 8

PREMIOS Y CASTIGOS

- ▶ DISMINUCIÓN INDICADOR: ASADOS-PASEOS-INCENTIVOS DE DINERO (%DE LAS UTILIDADES)
- ▶ COBRO DE PIEZAS DEFECTUOSAS EN GRANDES CANTIDADES (DEVOLUCIONES)



Diapositiva 9

CALIDAD ES HACER
LAS COSAS BIEN DESDE
LA PRIMERA VEZ



Control de asistencia a la
capacitación

6 DE AGOSTO 2009.

NOMBRE. Y APELLIDOS.

Helber Fernando Osorio Tascano

Carlos Saul Villakona Motta

Olga Solano

Elkin Domínguez

Jairo Torres Triana

José María Sanabria M.

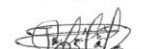
Wendy Domínguez

EQUIPO DE GAS

FIRMA



Olga Solano



ANEXO 54
FICHAS TÉCNICAS INDICADORES

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Pedidos entregados a tiempo y completos		
Objetivo del indicador	Sirve para controlar los errores que se presentan en la empresa y que no permiten entregar los pedidos a los clientes. Sin duda, esta situación impacta fuertemente al servicio al cliente y recaudo de cartera.		
Fórmula	$\frac{\text{Total de pedidos entregados a tiempo y completos}}{\text{Total de pedidos programados}}$	Unidad	Porcentaje
Fuentes de datos	Registro de despacho de mercancía y orden de producción	Tipo de indicador	Servicio
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	90%	Método de graficación	Línea
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Responsable de la bodega		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Efectividad en el compromiso de la calidad		
Objetivo del indicador	Evalúa la proporción de productos que estén fuera de las especificaciones planteadas y también de aquellos que sean devueltos por la operación siguiente, para la realización de un reproceso.		
Fórmula	$\frac{\text{Numero de piezas conformes}}{\text{Numero piezas fabricadas}}$	Unidad	Porcentaje
Fuentes de datos	Reporte de actividades diarias	Tipo de indicador	Calidad
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	90%	Método de graficación	Línea
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Responsable de la línea		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Satisfacción del cliente		
Objetivo del indicador	Evalúa la proporción de pedidos devueltos por parte del cliente, debido al incumplimiento en la calidad en los productos.		
Fórmula	$\frac{\text{Numero de pedidos no devueltos por el cliente}}{\text{Numero de pedidos despachados}}$	Unidad	Porcentaje
Fuentes de datos	Departamento de calidad	Tipo de indicador	Calidad
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	90%	Método de graficación	Línea
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Responsable de la línea		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Departamento de calidad		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Costo unitario de producción		
Objetivo del indicador	Evalúa el costo de producción por cantidad de piezas conformes de calidad. En este indicador se observa la efectividad en el uso de las instalaciones, cumplimiento en la ejecución presupuestaria, eficiencia en el uso de los recursos, administración de los programas de reducción de costos y eficiencia en la gestión de calidad.		
Fórmula	$\frac{\text{Costo total de la producción}}{\text{Número de piezas fabricadas conformes}}$	Unidad	Peso
Fuentes de datos	Reporte de actividades diarias, Reporte de producto despachado, Contabilidad	Tipo de indicador	Producción
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	Costo unitario del mes anterior	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Dirección de producción		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Departamento comercial y ventas		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Productividad		
Objetivo del indicador	Es la relación entre los productos obtenidos y los recursos empleados en la producción de los mismos.		
Fórmula	$\frac{\text{Producción total}}{\text{Recursos totales}}$	Unidad	Moneda (pesos)
Fuentes de datos	Reporte de inventario producto terminado, Informe contable	Tipo de indicador	Producción
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia		Método de graficación	Línea
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Dirección de producción		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Departamento comercial y Gerencia		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Porcentaje de eficiencia		
Objetivo del indicador	Evalúa y determina el porcentaje de tiempo realmente productivo en la jornada laboral.		
Fórmula	$\frac{\text{Total de minutos productivos}}{\text{Total minutos de la jornada laboral}}$	Unidad	Porcentaje
Fuentes de datos	Reporte de actividades diarias	Tipo de indicador	Producción
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	90%	Método de graficación	Líneas
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Responsable de la línea		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción		

ANEXO 55

GERENCIA VISUAL DE TALENTO HUMANO

En el archivo de Excel creado se encuentra una base de datos (ver ilustración 1) por cada tipo de vinculación del personal con la empresa, esta base de datos se encuentra anidada con cada una de las fichas de los empleados, cambiar un dato en esta base significa que la ficha cambia; de esta base también depende la tabla que alimenta la tabla dinámica y el gráfico dinámico (ilustración 2), de donde se sacan las estadísticas y gráficos necesarios, ya sea por indicadores o tipo de vinculación.

Actualmente existen 86 operarios distribuidos en 6 cooperativas y con vinculación directa. Cada tipo de vinculación tiene un color que lo representa como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 55- 49. Relación de colores de acuerdo al tipo de vinculación

VINCULACION NOMBRE	NÚMERO DE EMPLEADOS	COLOR	MUESTRA
PENAGOS	46	AZUL	
FIVE MEC	4	NEGRO	
MOLDEGAS	5	BLANCO	
APOMECA	7	CELESTE	
UNICAFE	5	GRIS	
UNIR	12	VERDE	
TRAZAR	7	NARANJA	

Fuente: Autores

La ficha se encuentra dividida en dos partes: una donde se está la información personal del operario, la foto, el cargo y la sección; y la otra donde se están los indicadores. Cada una de las partes también está por el tipo de vinculación. Ilustración 3.

Ilustración 134. Base de datos

Gerencia_Visual_Talento_Humano2007_fotos3 - Microsoft Excel

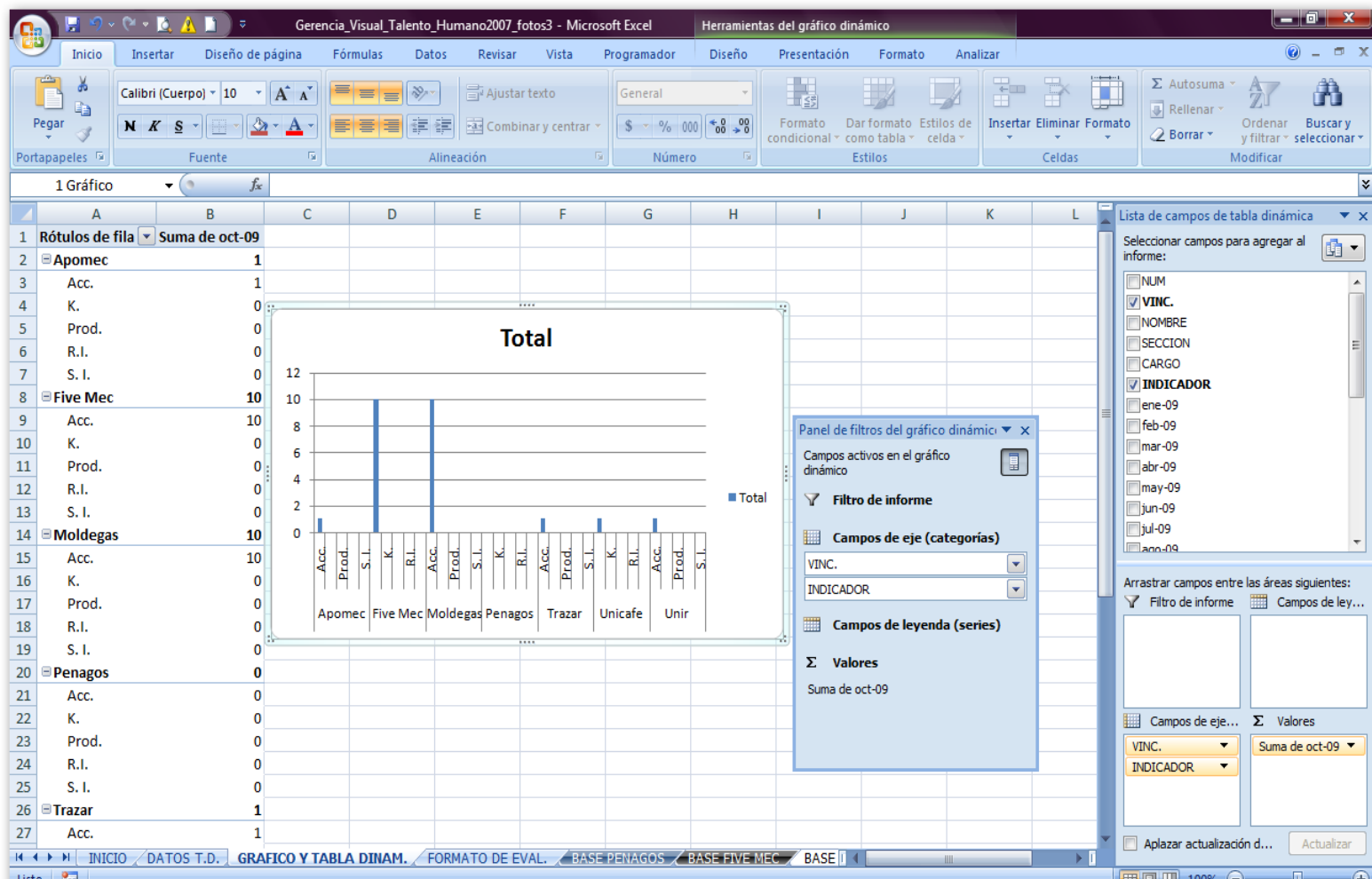
InicioInsertarDiseño de páginaFórmulasDatosRevisarVistaProgramador

Arial10

<

Fuente: Autores

Ilustración 135. Tabla y gráfico dinámico



Fuente:

Autores

Ilustración 136. Partes de las fichas

APOMEC		UNICAFE	
1	2	1	2
JUAN PABLO NUÑEZ A. METALISTERIA Auxiliar Pintura	MANUEL ENRIQUE QUINTERO D. METALISTERIA Metalistero	OSCAR JAVIER SANCHEZ P. Accidentalidad 0 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0	ANTONIO VILLAMIZAR R. Accidentalidad 24 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0
3	4	3	4
NORBERTO RODRIGUEZ P. METALISTERIA Metalistero	JORGE ARMANDO RONDON G. METALISTERIA Metalistero	ROBINSON SANTOS L. Accidentalidad 0 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0	JOLMAR SERRANO B. Accidentalidad 0 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0
5	6	5	6
ELKIN ARLEY DOMINGUEZ METALISTERIA Metalistero	RICARDO RANGEL METALISTERIA Auxiliar Pintura	JORGE LOZANO Accidentalidad 0 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0	0 Accidentalidad 0 0 Seguridad Industrial 0 0 Reglamento Interno 0 0 Producción 0 0 Kaizen 0 0

Fuente: Autores

Los indicadores creados fueron 5: accidentalidad, seguridad industrial, reglamento interno, producción y Kaizen. De acuerdo a la cantidad de fallas que el operario tenga el indicador cambia de color. En las fichas de cada indicador, que se muestran más adelante, se explica la incidencia que tiene cada color e indicador.

Se creó un formato de evaluación de los indicadores, un evaluador, escogido por la empresa, pasa un día cualquiera (pueden ser varios días) por las diferentes secciones y zonas de la empresa para realizar la evaluación de los indicadores. El responsable de brindar la información sobre la productividad es el jefe de cada proceso, el cual debe llevar el reporte diario de las actividades. El formato de evaluación es el siguiente:

FORMATO DE EVALUACIÓN GERENCIA VISUAL TALENTO HUMANO

NOMBRE: _____ MES: _____

Accidentalidad

Cantidad		
Tipo de accidente		
Área afectada		

Seguridad Industrial

Botas		Máscara soldadura	
Guantes		Protector de oídos	
Gafas		Limpieza puesto	
Tapa bocas			

TOTAL FALLAS: _____

Reglamento Interno

Cabello recogido		Llamados de atención	
Ropa		Orden	
Uñas			
Discusiones			

Producción

Piezas producidas		
Piezas defectuosas		
Cumplimiento		

% Eficiencia: _____

Kaizen

Cantidad azules _____

Cantidad rojas _____

Total tarjetas: _____

FIRMA JEFE SECCIÓN

FIRMA EVULUADOR

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Accidentalidad		
Objetivo del indicador	Mide la cantidad de accidentes ocurridos por operario dentro de un periodo de tiempo		
Fórmula	Cantidad de número de accidentes	Unidad	Numérica
Fuentes de datos	Reporte de accidentes	Tipo de indicador	Gerencia Visual
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	0 = Verde 1-2 = Amarillo >=3 = Rojo	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Recursos humanos		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Jefe de proceso - Operario		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Reglamento interno		
Objetivo del indicador	Evalúa el cumplimiento del reglamento interno de la empresa en sus principales puntos		
Fórmula	Cantidad de fallas en el uso de algún implemento	Unidad	Numérica
Fuentes de datos	Formato de evaluación	Tipo de indicador	Gerencia Visual
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	0 = Verde 1-2 = Amarillo >=3 = Rojo	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Recursos humanos		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Jefe de proceso - Operario		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Reglamento interno		
Objetivo del indicador	Evalúa el cumplimiento del reglamento interno de la empresa en sus principales puntos		
Fórmula	Cantidad de fallas en el uso de algún implemento	Unidad	Numérica
Fuentes de datos	Formato de evaluación	Tipo de indicador	Gerencia Visual
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	0 = Verde 1-2 = Amarillo >=3 = Rojo	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Recursos humanos		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Jefe de proceso - Operario		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Producción		
Objetivo del indicador	Mide la cantidad de accidentes ocurridos por operario dentro de un periodo de tiempo		
Fórmula	$\frac{\text{Numero de piezas conformes}}{\text{Numero piezas fabricadas}}$	Unidad	Porcentaje
Fuentes de datos	Reporte de actividades diarias, formato de control de tiempos	Tipo de indicador	Gerencia Visual
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	100% = Verde 75-99% = Amarillo <75 = Rojo	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Jefe de proceso		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Jefe de proceso - Operario		

FICHA TÉCNICA DE INDICADORES

Nombre del indicador	Kaizen		
Objetivo del indicador	Mide la cantidad de tarjetas azules y rojas		
Fórmula	Cantidad de número de accidentes	Unidad	Numérica
Fuentes de datos	Formato de evaluación	Tipo de indicador	Gerencia Visual
Periodicidad cálculo	Mensual		
Nivel referencia	0 = Verde 1-2 = Amarillo >=3 = Rojo	Método de graficación	Barras
RESPONSABILIDADES			
Responsable del cálculo	Recursos humanos		
Responsable del seguimiento y análisis	Dirección de producción - Jefe de proceso - Operario		

ANEXO 56

ENTRADA DEL PERSONAL

El lugar donde se encontraba parte de la Línea de Gas, como muestra la ilustración 1, antiguamente era la entrada del personal a la planta.

Cuando se decide realizar la nueva distribución a la Línea de Gas y el espacio donde ésta estaba queda disponible (ilustración 2) disponible surge la idea de abrir nuevamente el portón y reanudar la antigua entrada de la planta.

Ilustración 137. Parte de la Línea de Gas, antigua entrada de la planta



Fuente: Autores

Aprobada la idea, surge un inconveniente: al otro lado del portón se encuentra el sitio de almacenamiento de la viruta generada en la planta.

Ilustración 138. Espacio disponible (antigua zona Línea de Gas)



Fuente: Autores

Con la ayuda de una ingeniera ambiental se toma la decisión de arreglar una zona al lado del actual sitio de almacenamiento (ver ilustración 3), pero antes de hacer el traslado de la viruta, se debe adecuar el sitio, pues la contaminación generada por los residuos de taladrina y grasa no se debe repetir puese encuentra violando las normas de la Corporación del Medio Ambiente sobre el tratamiento de residuos de este tipo.

Cabe resaltar que el sitio escogido para el almacenamiento de viruta era donde se encontraba almacenada la materia prima de la Línea de Gas (varillas de acero 12I14) que fue trasladado al almacén de perfiles en óptimas condiciones para su almacenamiento.

Ilustración 139. Almacenamiento de viruta



Fuente: Autores

El proyecto inicia con la remodelación y construcción del nuevo cuarto de almacenamiento para la viruta, donde se debe tener cuidado en la construcción del piso, pues este debe tener un desnivel y recubrimiento especial que permita la recolección de los residuos de taladrina en un recipiente que cierto periodo de tiempo será limpiado para darle el manejo respectivo a los líquidos recogidos.

Después se procede al cambio del techo de la entrada, pues es de tejas de zinc, en madera que se encuentra podrida, no permite que el portón se abra y se encuentra muy cerca a las líneas de alta tensión (ilustración 4 y 5). El techo será en tejas eternit y con correas en acero, es decir será más resistente, duradero y dará un aspecto presentable a la nueva entrada.

Mientras esto se realiza se cotizaron los diferentes tipos de cerámica que son aptos para la entrada (antideslizante, alto tráfico y de fácil limpieza). La elección

de la cerámica se hizo por medio de votación por parte de todos y cada uno de los empleados de la planta.

Ilustración 140. Líneas de alta tensión



Fuente: Autores

Ilustración 141. Techo en zinc y madera



Fuente: Autores

ANEXO 57

PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Este anexo consiste en la caracterización de los tiempos observados en el estudio de tiempos⁷⁴ como variables aleatorias.

Se utiliza la herramienta STAT::FIT de PROMODEL para realizar el análisis de los tiempos, este es un software estadístico que se utiliza para aquellos casos que se cuenta con una serie de datos discretos y se desea conocer los parámetros de las distribuciones de densidad/probabilidad que se ajusten a esos datos.

Este Software cuenta con tres tipos de pruebas de bondad que son la prueba Chi – Cuadrado, la prueba Kolmogorov – Smirnov y la prueba Anderson – Darling.

Solo se aplica la prueba Kolmogorov – Smirnov, porque es la única prueba que se puede aplicar a muestras inferiores de 100 datos y es más sensible a los valores cercanos a la mediana que a los extremos de la distribución, condiciones que se presentan en todos los datos recolectados.

La prueba Kolmogorov – Smirnov se realiza para un nivel de significancia del 5% y agrupando los datos en un máximo de 10 intervalos.

Las hipótesis que maneja esta prueba son:

H_0 : La distribución observada se ajusta a la distribución teórica.

H_1 : La distribución observada NO se ajusta a la distribución teórica.

El primer criterio para la toma de decisión entre las dos hipótesis es el siguiente:

⁷⁴ Anexo 20

Si $K \sim S_{Empirico} \leq K \sim S_{Teórico}$ No se rechaza H_0

Si $K \sim S_{Empirico} > K \sim S_{Teórico}$ Se rechaza H_0

El segundo criterio consiste en comparar el P-valor obtenido con el nivel de significancia escogido:

Si $P - valor > 0.05$ No se rechaza H_0

Si $P - valor \leq 0.05$ Se rechaza H_0

Este criterio también ayuda a escoger la mejor distribución en caso que los datos se ajusten en 2 o más distribuciones, escogiendo así el P-valor más alto. Además de estos dos criterios también se tiene en cuenta el histograma que representan los datos, para compararlo con la grafica de la distribución teórica.

Las distribuciones teóricas a evaluar son aquellas que solo manejen variables aleatorias positivas, esto debido a que la variable a evaluar es el tiempo y este no puede tomar valores negativos, las distribuciones que cumplen con la anterior condición son la distribución exponencial, la distribución triangular y la distribución uniforme.

A continuación se enumera cada proceso y/o maquina de la línea de gas y en cada una de ellas se mostraran la tabla con el resumen de los resultados de la prueba Kolmogorov - Smirnov de las tres distribuciones mencionadas resaltando la distribución que más se ajusta a los tiempos observados y su respectivo histograma.

1. Torno Danobat

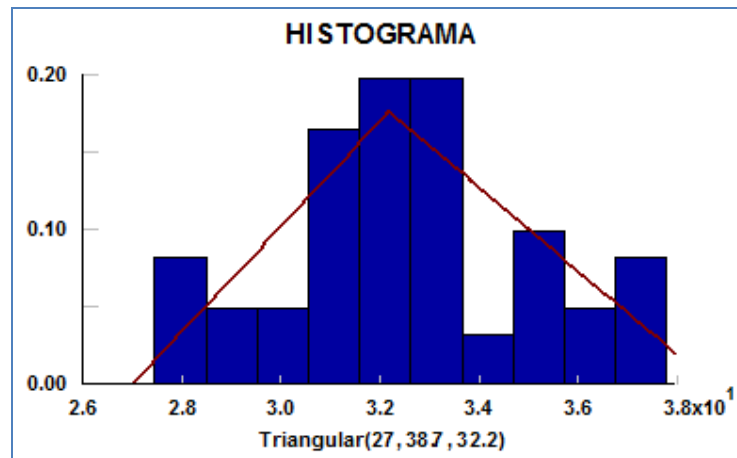
Referencias: Espigo – CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"

Tabla 57-1. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (61, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (27.4, 5.16)	0.1710	0.3170	0.0000	Se rechaza
Triangular (26.7, 38.8, 32.2)	0.1710	0.0871	0.7110	No se rechaza
Uniforme (27.4, 37.8)	0.1710	0.1660	0.0621	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 1. Histograma Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"



Fuente: Autores

2. Taladro de árbol – Danobat

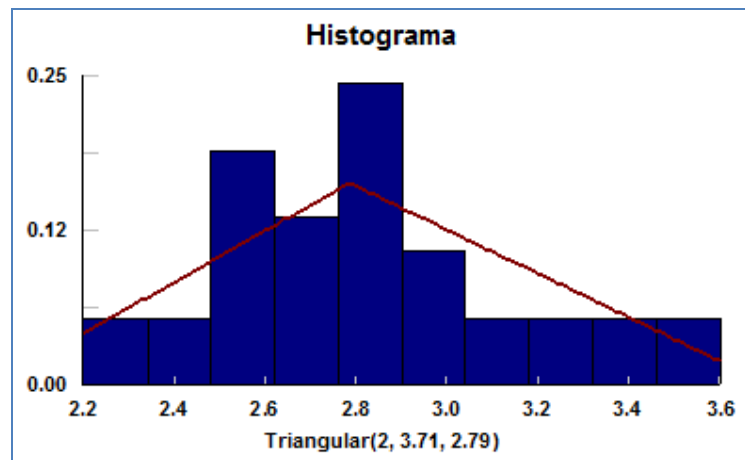
Referencias: Espigo – CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"
 Tubo – CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 57-2. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (37, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (2.2, 0.64)	0.2180	0.2850	0.0036	Se rechaza
Triangular (2.12, 3.7, 2.76)	0.2180	0.1060	0.7650	No se rechaza
Uniforme (2.2, 3.6)	0.2180	0.1980	0.0952	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 2. Histograma Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"



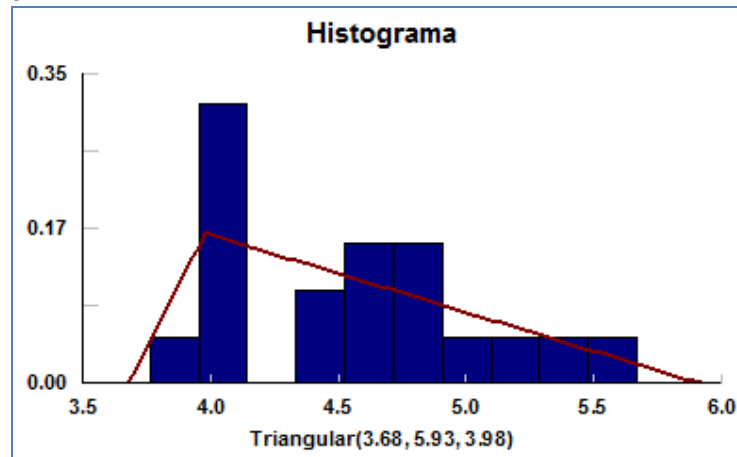
Fuente: Autores

Tabla 57-3. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (19, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (3.76, 0.777)	0.3010	0.2200	0.2740	No se rechaza
Triangular (3.68, 5.93, 3.98)	0.3010	0.1340	0.8420	No se rechaza
Uniforme (3.76, 5.67)	0.3010	0.2130	0.3080	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 3. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



Fuente: Autores

3. Fresa Milwaukee

Referencias: Espigo - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"

Espigo Sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

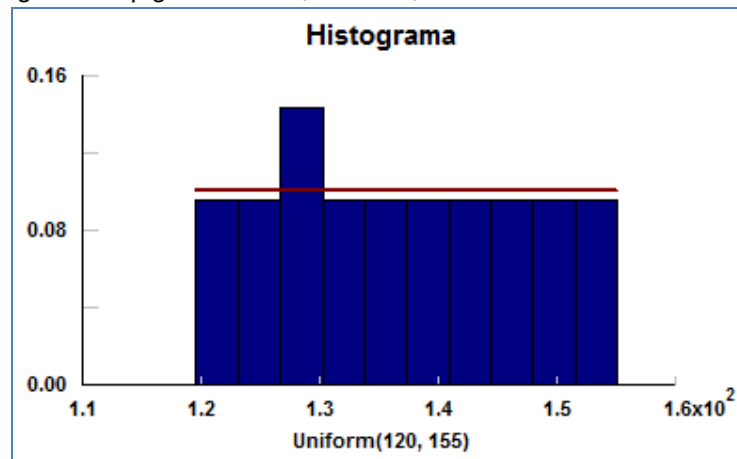
Espigo Doble M - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 57-4. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (21, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (120, 17.3)	0.2870	0.2230	0.2110	No se rechaza
Triangular (117, 162, 129)	0.2870	0.1130	0.9230	No se rechaza
Uniforme (120, 155)	0.2870	0.1000	0.9700	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 4. Histograma Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"



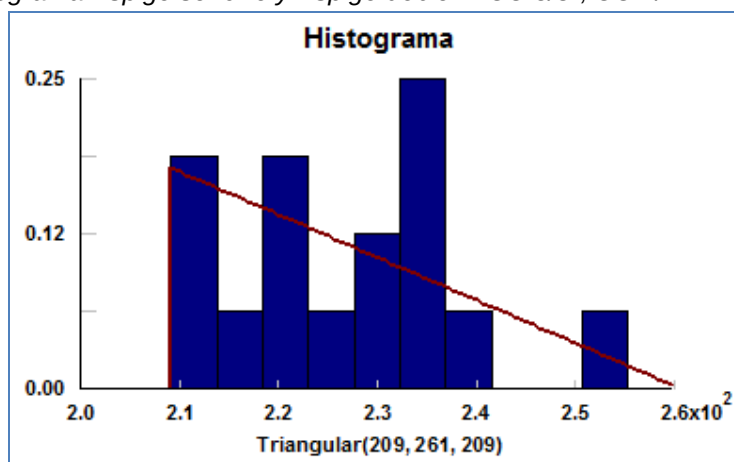
Fuente: Autores

Tabla 57-5. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo sencillo y Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (16, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (209, 17.5)	0.3270	0.2120	0.4120	No se rechaza
Triangular (209, 261, 209)	0.3270	0.1360	0.8910	No se rechaza
Uniforme (209, 255)	0.3270	0.3150	0.0650	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 5. Histograma Espigo sencillo y Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"



Fuente: Autores

4. Roscadora

Referencias: Espigo - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2"

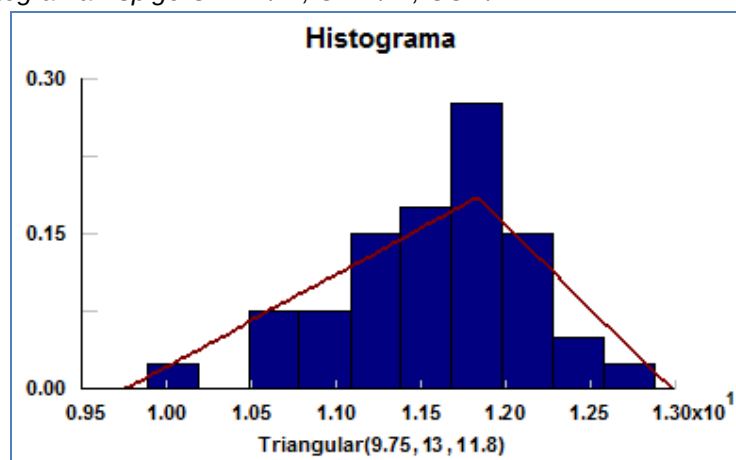
Espigo sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 57-6. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (40, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (9.88, 1.7)	0.2100	0.3540	0.0000	Se rechaza
Triangular (9.75, 13, 11.8)	0.2100	0.1150	0.6230	No se rechaza
Uniforme (9.88, 12.9)	0.2100	0.2440	0.0138	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 6. Histograma Espigo CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2"



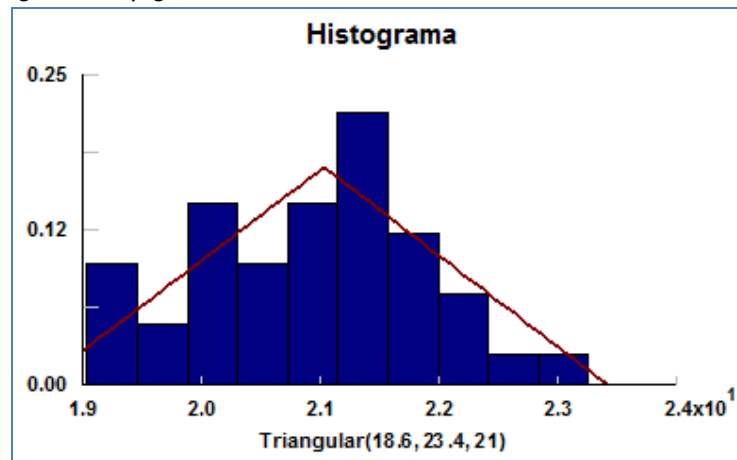
Fuente: Autores

Tabla 57-7. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo sencillo UU 3/8\", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (41, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (19, 1.89)	0.2080	0.2610	0.0058	Se rechaza
Triangular (18.6, 23.4, 21)	0.2080	0.1100	0.6640	No se rechaza
Uniforme (19, 23.2)	0.2080	0.1900	0.0912	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 7. Histograma Espigo sencillo UU 3/8" UU 1/2"



Fuente: Autores

5. Taladro de árbol – Camporessi

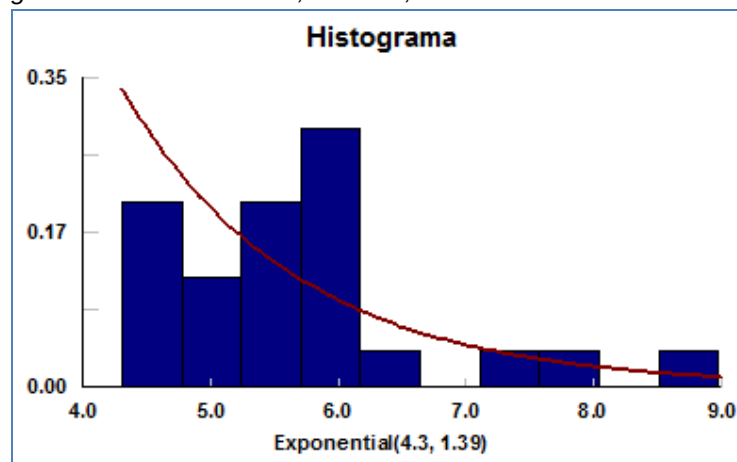
Referencias: Tuerca - CMP 1/2" - CU 3/8" - CU 1/2"

Tabla 57-8. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tuerca CMP 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (24, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (4.3, 1.39)	0.2690	0.2100	0.2070	No se rechaza
Triangular (4.3, 9.32, 4.3)	0.2690	0.2320	0.1290	No se rechaza
Uniforme (4.3, 8.98)	0.2690	0.4380	0.0001	Se rechaza

Fuentes: Autores

Ilustración 8. Histograma Tuerca CMP 1/2", CU 3/8", CU 1/2"



Fuente: Autores

6. Torno Warner I

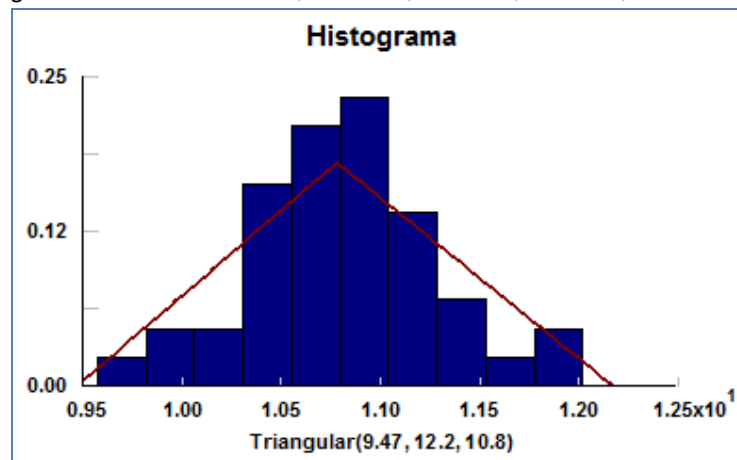
Referencias: Tuerca - CMP 1/2" - CM 1/2" - CC 1/2" - CU 3/8" - CU 1/2"
 Tuerca - UU 3/8" - UU 1/2"

Tabla 57-9. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tuerca CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (43, 0.05)	K-S	P – Valor	Resultado
Exponencial (9.57, 1.53)	0.2030	0.3660	0.0000	Se rechaza
Triangular (9.47, 12.2, 10.8)	0.2030	0.1170	0.5610	No se rechaza
Uniforme (9.57, 12)	0.2030	0.2140	0.0326	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 9. Histograma Tuerca CMP 1/2", CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"



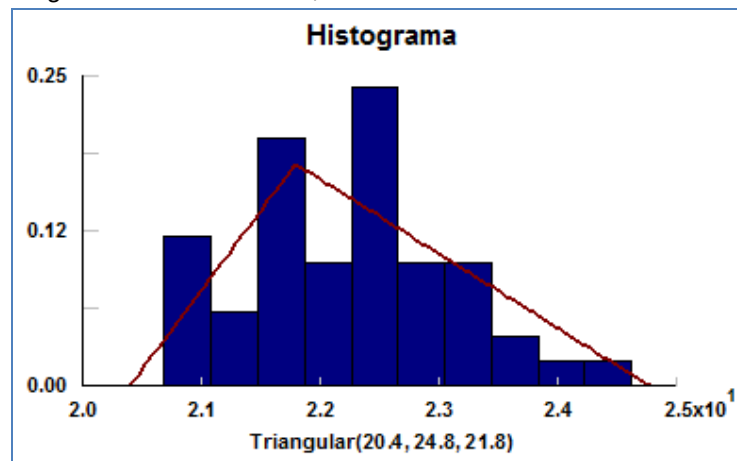
Fuente: Autores

Tabla 57-10. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (50, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (20.7, 1.56)	0.1880	0.2450	0.0040	Se rechaza
Triangular (20.4, 24.8, 21.8)	0.1880	0.0958	0.7120	No se rechaza
Uniforme (20.7, 24.6)	0.1880	0.2580	0.0020	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 10. Histograma Tuerca UU 3/8", UU 1/2"



Fuente: Autores

7. Torno Warner II

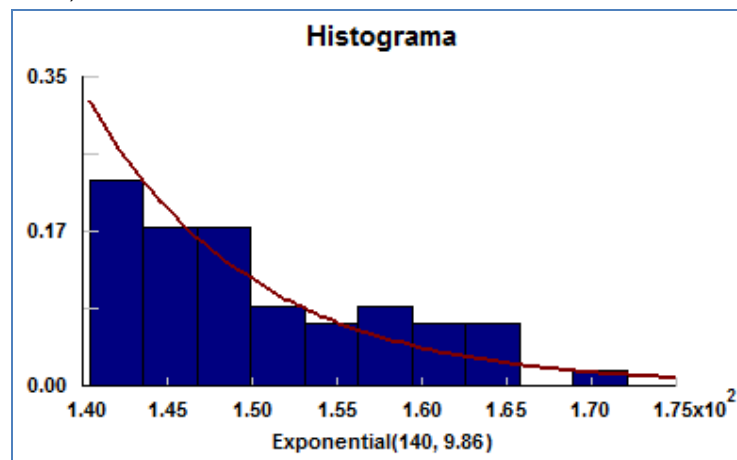
Referencias: Cuerpo - EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM
 Racor Hembra - EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS

Tabla 57-11. Prueba Kolmogorov – Smirnov Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (56, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (140, 9.86)	0.1780	0.1110	0.4650	No se rechaza
Triangular (140, 173, 141)	0.1780	0.1290	0.2840	No se rechaza
Uniforme (140, 172)	0.1780	0.3060	0.0000	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 11. Histograma Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"



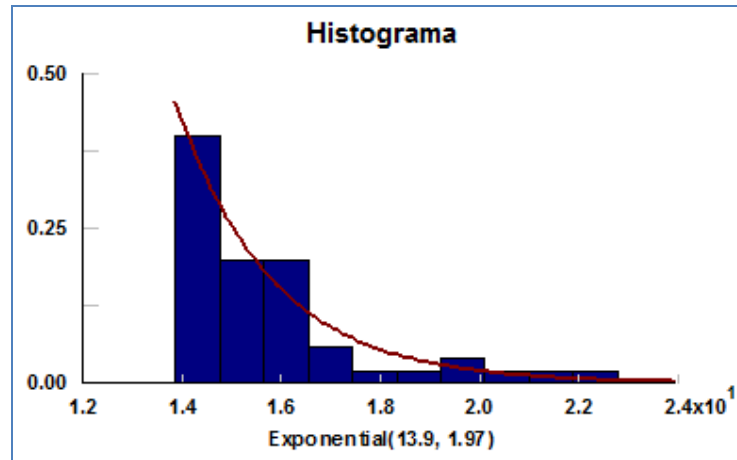
Fuente: Autores

Tabla 57-12. Prueba Kolmogorov – Smirnov Racor Hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS

DISTRIBUCION	K-S (50, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (13.9, 1.97)	0.1880	0.0921	0.7560	No se rechaza
Triangular (13.9, 23.1, 13.9)	0.1880	0.3240	0.0000	Se rechaza
Uniforme (13.9, 22.8)	0.1880	0.5140	0.0000	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 12. Histograma Racor hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS.



Fuente: Autores

8. Cortadora de disco

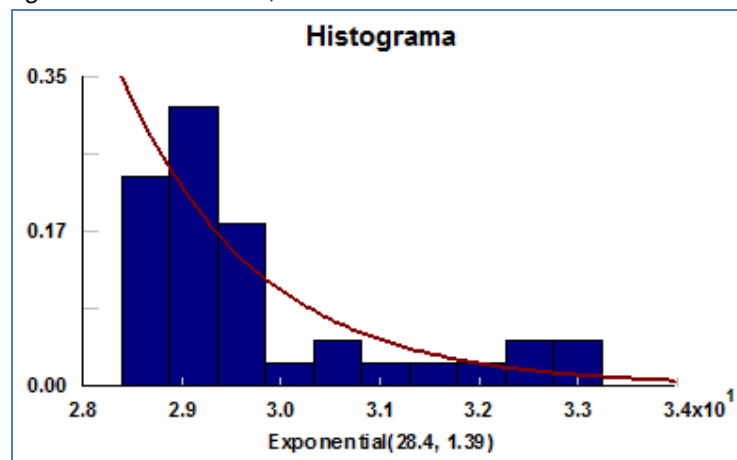
Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 57-13. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (38, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (28.4, 1.39)	0.2150	0.1440	0.3710	No se rechaza
Triangular (28.3, 33.6, 28.6)	0.2150	0.3250	0.0004	Se rechaza
Uniforme (28.4, 33.2)	0.2150	0.4770	0.0000	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 13. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



Fuente: Autores

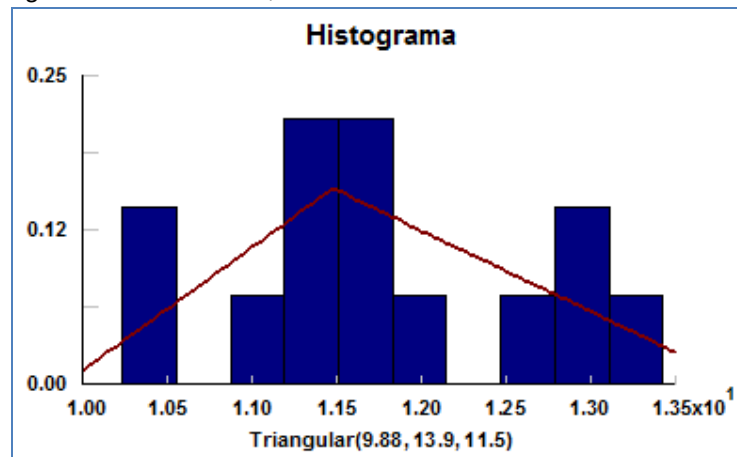
9. Esmeril

Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 57-14. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (14, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (10.2, 1.54)	0.3490	0.3150	0.0981	No se rechaza
Triangular (9.88, 13.9, 11.5)	0.3490	0.1400	0.9100	No se rechaza
Uniforme (10.2, 13.4)	0.3490	0.2000	0.5620	No se rechaza

Ilustración 14. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



Fuente: Autores

10. Prensa Hidráulica

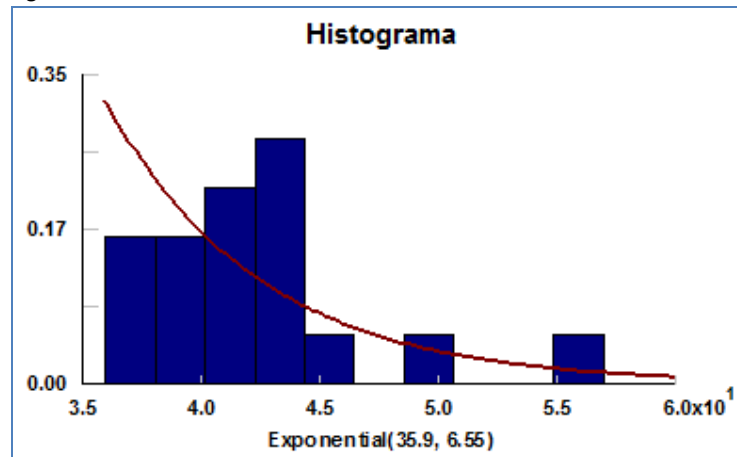
Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"
Corazón - EM 1/2"

Tabla 57-15. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (18, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (35.9, 6.55)	0.3090	0.2320	0.2470	No se rechaza
Triangular (35.1, 58.7, 37.1)	0.3090	0.2570	0.1540	No se rechaza
Uniforme (35.9, 56.9)	0.3090	0.4480	0.0008	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 15. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



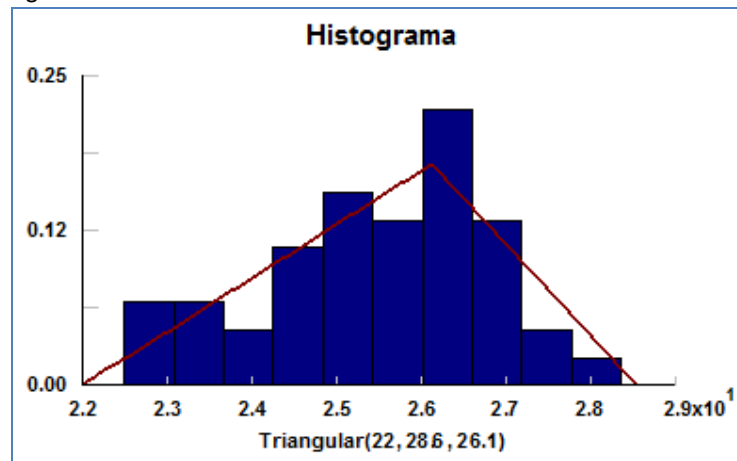
Fuente: Autores

Tabla 57-16. Prueba Kolmogorov – Smirnov Corazón EM 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (45, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (22.5, 3.02)	0.1980	0.3030	0.0003	Se rechaza
Triangular (22, 28.6, 26.1)	0.1980	0.0942	0.7840	No se rechaza
Uniforme (22.5, 28.4)	0.1980	0.1590	0.1820	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 16. Histograma Corazón EM 1/2"



Fuente: Autores

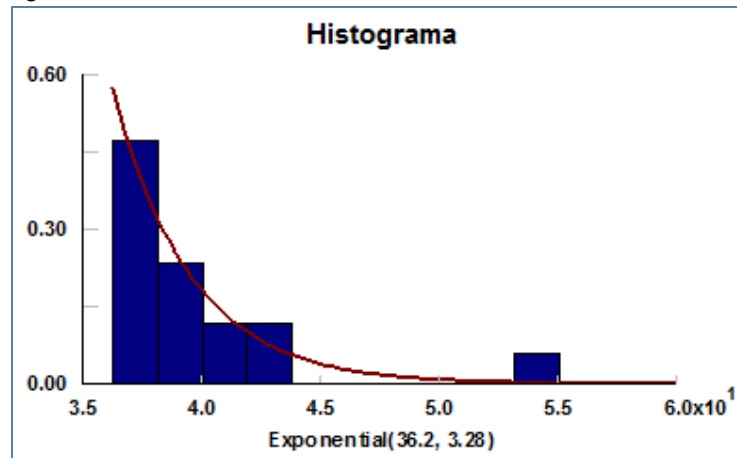
Referencias: Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Tabla 57-17. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (17, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (36.2, 3.28)	0.3180	0.1410	0.8420	No se rechaza
Triangular (36.2, 56.3, 36.2)	0.3180	0.4440	0.0014	Se rechaza
Uniforme (36.2, 55)	0.3180	0.6310	0.0000	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 17. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



Fuente: Autores

12. Torno Camporessi

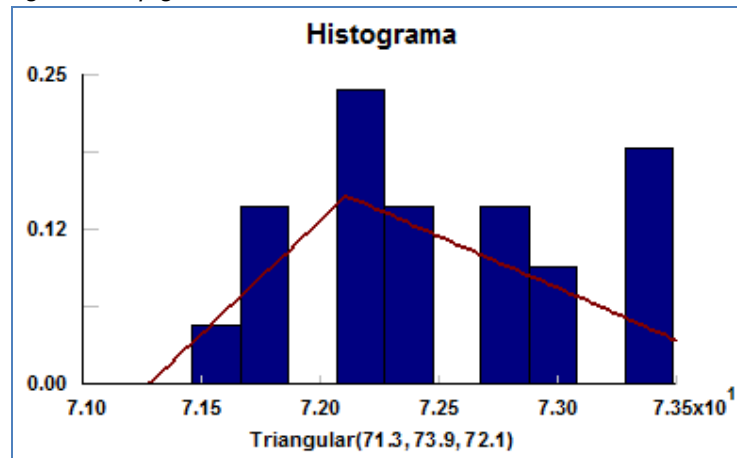
Referencias: Espigo sencillo - UU 3/8" – UU 1/2"

Tabla 57-18. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (21, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (71.5, 1.02)	0.2870	0.2640	0.0874	No se rechaza
Triangular (71.3, 73.9, 72.1)	0.2870	0.1150	0.9130	No se rechaza
Uniforme (71.5, 73.5)	0.2870	0.1460	0.7110	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 18. Histograma Espigo sencillo UU 3/8", UU 1/2"



Fuente: Autores

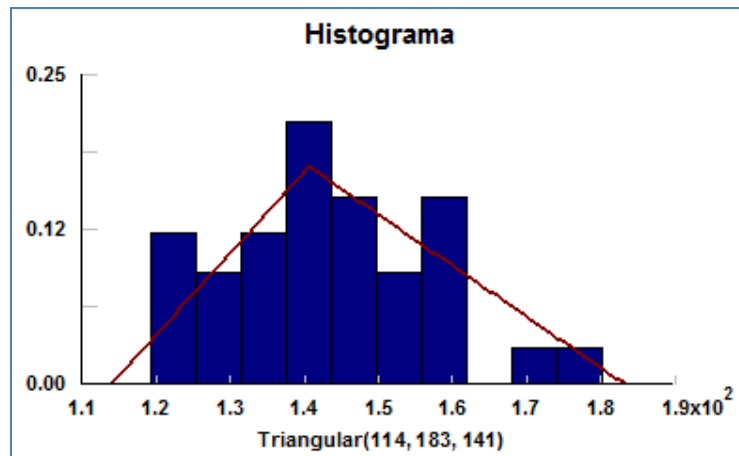
Referencias: Cuerpo - EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM

Tabla 57-19. Prueba Kolmogorov – Smirnov Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (33, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (119, 24.5)	0.2310	0.2520	0.0246	Se rechaza
Triangular (114, 183, 141)	0.2310	0.1340	0.5510	No se rechaza
Uniforme (119, 180)	0.2310	0.2610	0.0180	Se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 19. Histograma Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"



Fuente: Autores

14. Taladro mecanizado

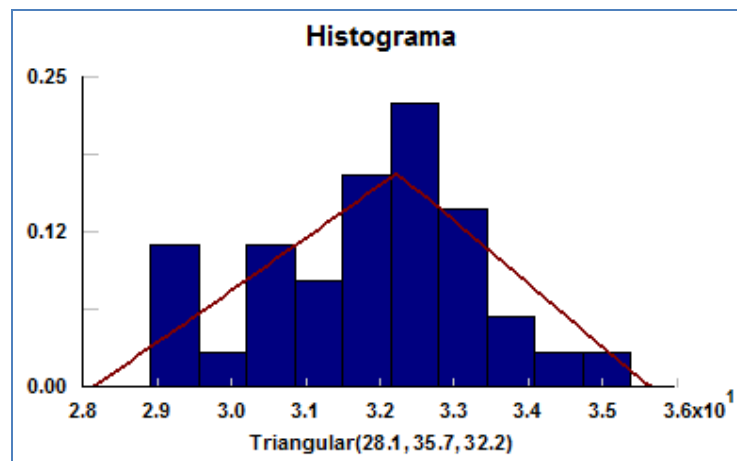
Referencias: Racor hembra - EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" H IPS

Tabla 57-20. Prueba Kolmogorov – Smirnov Cuerpo EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS

DISTRIBUCION	K~S (35, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (28.9, 2.96)	0.2240	0.2820	0.0059	Se rechaza
Triangular (28.1, 35.7, 32.2)	0.2240	0.1250	0.5990	No se rechaza
Uniforme (28.9, 35.4)	0.2240	0.2010	0.1020	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 20. Histograma Cuerpo EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" H IPS



Fuente: Autores

15. Control Numérico Computarizado (C.N.C.)

Referencias: Tuerca - CMP 1/2" – CM 1/2" – CC 1/2" – CU 3/8" – CU 1/2" – UU 3/8" – UU 1/2"

Tubo - CU 3/8" – CU 1/2"

Espigo doble MM - UU 3/8" – UU 1/2"

Espigo doble MH - UU 3/8" – UU 1/2"

Cuerpo - EMD 1/2" M IPS – EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" M IPS – EMD 3/4" H IPS – EM

Racor hembra - EMD 1/2" H IPS – EMD 1/2" H CTS – EMD 3/4" H IPS

Racor macho - EMD 1/2" M IPS – EMD 3/4" M IPS

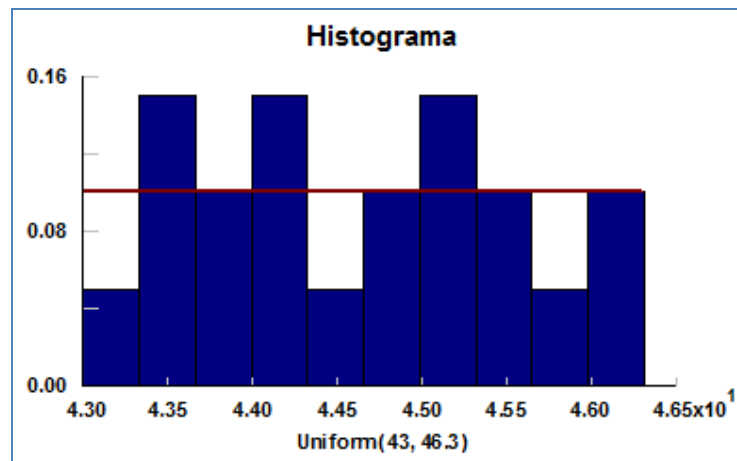
Corazón - EM 1/2"

Tabla 57-21. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tuerca CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (20, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (43, 1.6)	0.2940	0.1840	0.4540	No se rechaza
Triangular (42.7, 46.8, 44.1)	0.2940	0.1310	0.8390	No se rechaza
Uniforme (43, 46.3)	0.2940	0.0970	0.9820	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 21. Histograma Tuerca CM 1/2", CC 1/2", CU 3/8", CU 1/2"



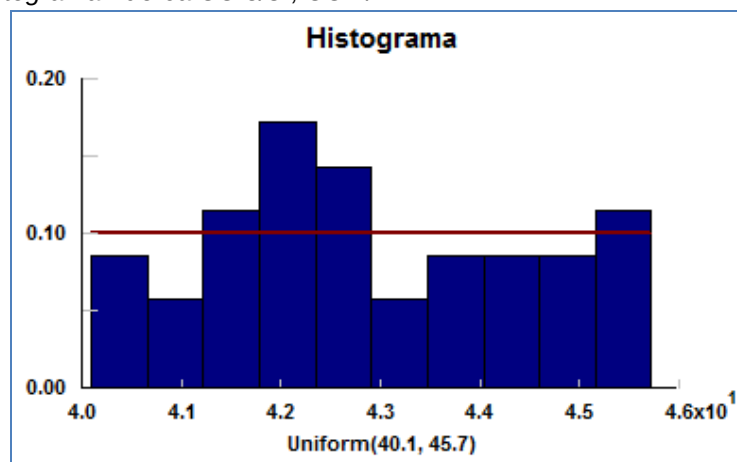
Fuente: Autores

Tabla 57-22. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tuerca UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (35, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (40.1, 2.85)	0.2240	0.2290	0.0426	Se rechaza
Triangular (39.7, 46.8, 42)	0.2240	0.1070	0.7750	No se rechaza
Uniforme (40.1, 45.7)	0.2240	0.0900	0.9150	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 22. Histograma Tuerca UU 3/8", UU 1/2"



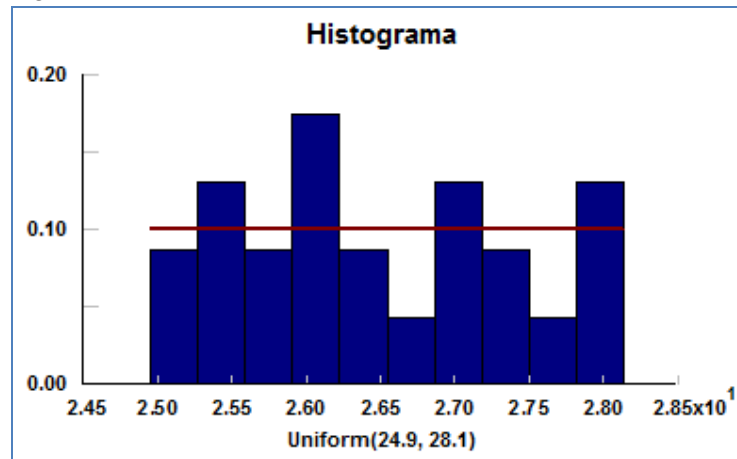
Fuente: Autores

Tabla 57-23. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (23, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (24.9, 1.52)	0.2750	0.1920	0.3220	No se rechaza
Triangular (24.8, 28.9, 25.3)	0.2750	0.1440	0.6720	No se rechaza
Uniforme (24.9, 28.1)	0.2750	0.1390	0.7160	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 23. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



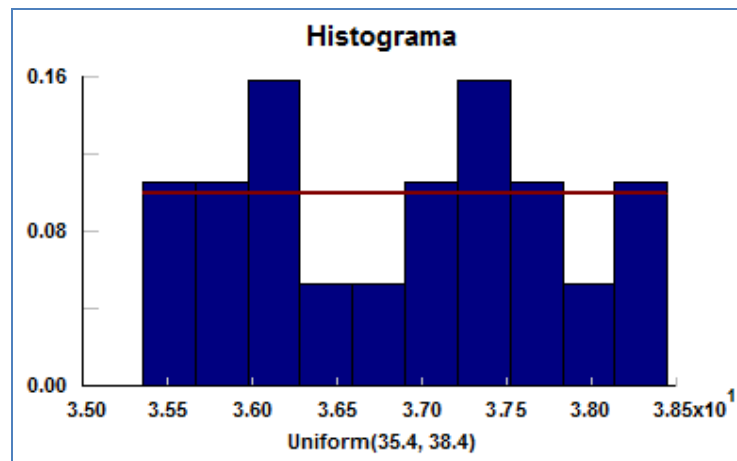
Fuente: Autores

Tabla 57-24. Prueba Kolmogorov – Smirnov Tubo CU 3/8", CU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (19, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (35.4, 1.49)	0.3010	0.2150	0.2980	No se rechaza
Triangular (35.1, 39.1, 35.9)	0.3010	0.2050	0.3530	No se rechaza
Uniforme (35.9, 38.4)	0.3010	0.0933	0.9910	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 24. Histograma Tubo CU 3/8", CU 1/2"



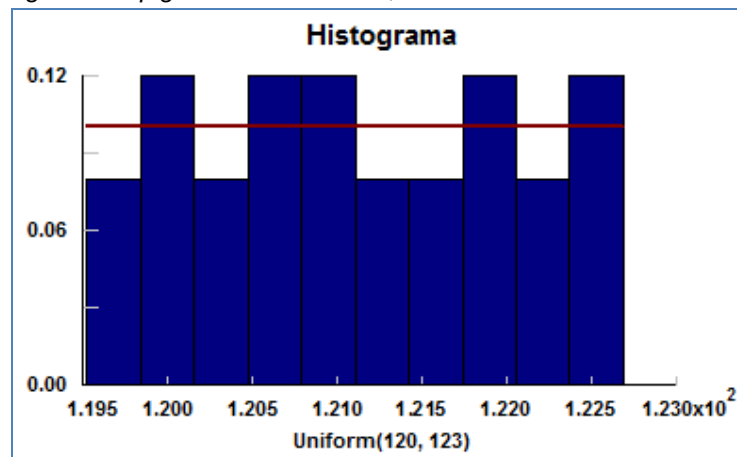
Fuente: Autores

Tabla 57-25. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo doble H UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (25, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (120, 1.59)	0.2640	0.2110	0.1860	No se rechaza
Triangular (119, 123, 121)	0.2640	0.1130	0.8700	No se rechaza
Uniforme (120, 123)	0.2640	0.0801	0.9930	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 25. Histograma Espigo doble H UU 3/8", UU 1/2"



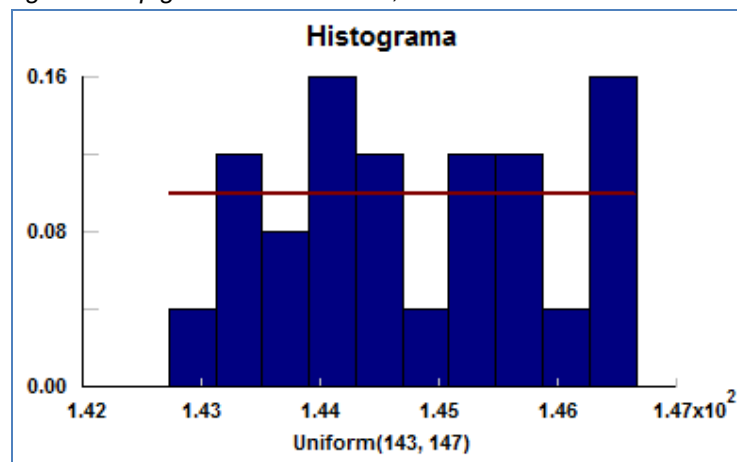
Fuente: Autores

Tabla 57-26. Prueba Kolmogorov – Smirnov Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (25, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (143, 2.04)	0.2640	0.2390	0.0961	No se rechaza
Triangular (142, 148, 144)	0.2640	0.1280	0.7590	No se rechaza
Uniforme (143, 147)	0.2640	0.1050	0.9210	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 25. Histograma Espigo doble M UU 3/8", UU 1/2"



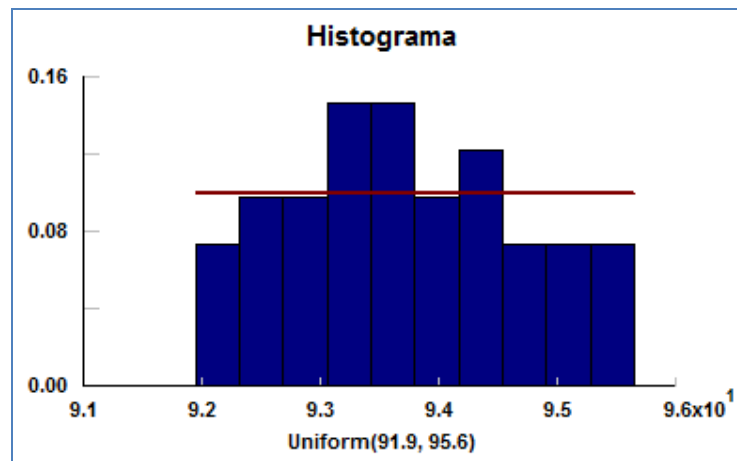
Fuente: Autores

Tabla 57-26. Prueba Kolmogorov – Smirnov Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"

DISTRIBUCION	K-S (41, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (91.9, 1.8)	0.2080	0.2590	0.0065	Se rechaza
Triangular (91.7, 96.1, 93.2)	0.2080	0.1260	0.4930	No se rechaza
Uniforme (91.9, 95.6)	0.2080	0.1120	0.6380	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 26. Histograma Cuerpo EMD 1/2" M IPS, EMD 1/2" H IPS, EMD 1/2" H CTS, EMD 3/4" M IPS, EMD 3/4" H IPS, EM 1/2"



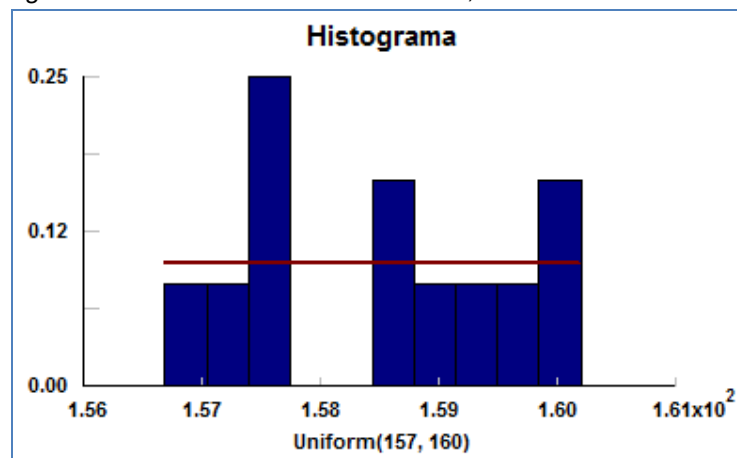
Fuente: Autores

Tabla 57-27. Prueba Kolmogorov – Smirnov Racor macho EMD 1/2" M IPS, EMD 3/4" M IPS

DISTRIBUCION	K-S (12, 0.05)	K-S	P - Valor	Resultado
Exponencial (157, 1.81)	0.3750	0.2340	0.4580	No se rechaza
Triangular (156, 161, 157)	0.3750	0.1700	0.8240	No se rechaza
Uniforme (157, 160)	0.3750	0.1370	0.9540	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 27. Histograma Racor macho EMD 1/2" M IPS, EMD 3/4" M IPS



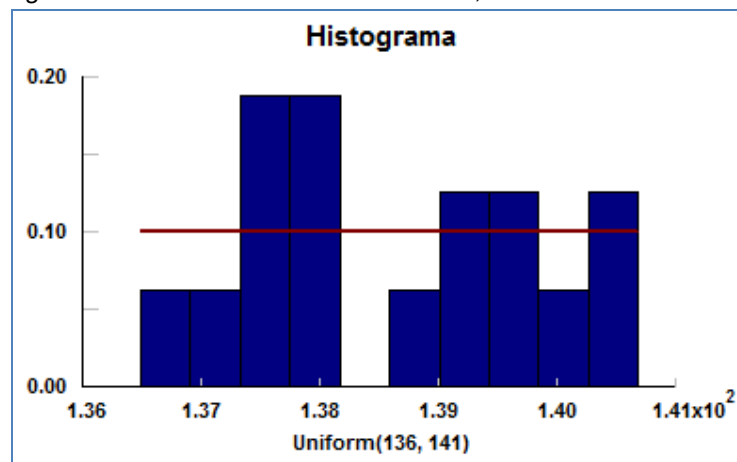
Fuente: Autores

Tabla 28. Prueba Kolmogorov – Smirnov Racor hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 3/4" H IPS

DISTRIBUCION	K~S (16, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (136, 2.11)	0.3270	0.2440	0.2520	No se rechaza
Triangular (136, 142, 138)	0.3270	0.1710	0.6730	No se rechaza
Uniforme (136, 141)	0.3270	0.1570	0.7690	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 28. Histograma Racor hembra EMD 1/2" H IPS, EMD 3/4" H IPS



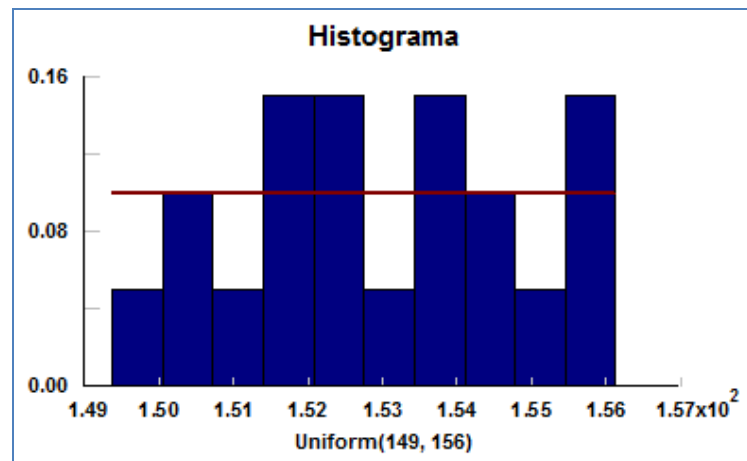
Fuente: Autores

Tabla 29. Prueba Kolmogorov – Smirnov Racor hembra EMD 1/2" H CTS

DISTRIBUCION	K~S (20, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (149, 3.54)	0.2940	0.2460	0.1510	No se rechaza
Triangular (149, 157, 152)	0.2940	0.1200	0.9040	No se rechaza
Uniforme (149, 156)	0.2940	0.1090	0.9500	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 29. Histograma Racor hembra EMD 1/2" H CTS



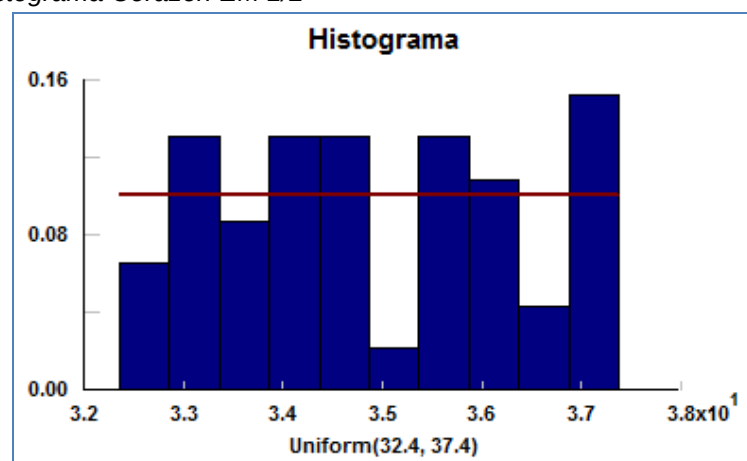
Fuente: Autores

Tabla 57-30. Prueba Kolmogorov – Smirnov Corazón EM 1/2"

DISTRIBUCION	K~S (46, 0.05)	K~S	P - Valor	Resultado
Exponencial (32.4, 2.58)	0.1960	0.2200	0.0199	Se rechaza
Triangular (32, 38.4, 34.1)	0.1960	0.1190	0.4980	No se rechaza
Uniforme (32.4, 37.4)	0.1960	0.0942	0.7740	No se rechaza

Fuente: Autores

Ilustración 30. Histograma Corazón EM 1/2"



Fuente: Autores

ANEXO 58

CARACTERIZACION DE LAS ESTACIONES Y ENTIDADES

MODELO 1

Tabla 58-1. Estaciones modelo 1

ESTACION		TIEMPOS DE ALISTAMIENTO		TIEMPOS DE CARGA MATERIAL	
NOMBRE	CAPACIDAD	FRECUENCIA	LOGICA	FRECUENCIA	LOGICA
PE_DANOBAT	INF	-	-	-	-
DANOBAT	1	28400/60	WAIT 30	31	WAIT 66.9/60
PS_TALADRO_D	INF	-	-	-	-
TALADRO_D	1	-	-	-	-
PE_FRESA	INF	-	-	-	-
FRESA	1	28400/60	WAIT 25	200	WAIT 62.42/60
PS_FRESA	INF	-	-	-	-
PE_ROSCADORA	INF	-	-	-	-
ROSCADORA	1	28400/60	WAIT 60	240	WAIT 178.82/60
PS_ROSCADORA	INF	-	-	-	-
PE_GALVANIZADO	INF	-	-	-	-
GALVANIZADO	1	28400/60	WAIT 30	-	-
PE_ENSAMBLE	INF	-	-	-	-
ENSAMBLE	1	-	-	-	-
PS_ENSAMBLE	INF	-	-	-	-
BODEGA	1	-	-	-	-
PE_ENSAMBLE_T	INF	-	-	-	-
CNC	1	28400/60	WAIT 45	-	-
PS_CNC	INF	-	-	-	-
PE_TALADRO_C	INF	-	-	-	-
TALADRO_C	1	28400/60	WAIT 2600/60	200	WAIT 181.21/60
PS_TALADRO_C	INF	-	-	-	-
PE_WARNERI	INF	-	-	-	-
WARNERI	1	28400/60	WAIT 90.2/60	100	WAIT 90.2/60
PS_WARNERI	INF	-	-	-	-
CABALLETE	INF	-	-	-	-
FANTASMA	INF	-	-	-	-
FANTASMA2	INF	-	-	-	-

Fuente: Autores

Tabla 57-2. Entidades modelo 1

ENTIDAD	
NOMBRE	VELOCIDAD (mpm)
ESPIGO	50
TUERCA	50
CMP	50
LOTE_FRESA	50
LOTE_GALVANIZADO	50
LOTE_GALVANIZADO_T	50

Fuente: Autores

MODELO 2

Tabla 57-3. Estaciones modelo 2

ESTACION		TIEMPOS DE ALISTAMIENTO		TIEMPOS DE CARGA MATERIAL	
NOMBRE	CAPACIDAD	FRECUENCIA	LOGICA	FRECUENCIA	LOGICA
PE_DANOBAT	INF	-	-	-	-
DANOBAT	1	28400/60	WAIT 30	31	WAIT 66.9/60
PS_TALADRO_D	INF	-	-	-	-
TALADRO_D	1	-	-	-	-
PE_FRESA	INF	-	-	-	-
FRESA	1	28400/60	WAIT 25	200	WAIT 62.42/60
PS_FRESA	INF	-	-	-	-
PE_ROSCADORA	INF	-	-	-	-
ROSCADORA	1	28400/60	WAIT 60	240	WAIT 178.82/60
PS_ROSCADORA	INF	-	-	-	-
PE_GALVANIZADO	INF	-	-	-	-
GALVANIZADO	1	28400/60	WAIT 30	-	-
PE_ENSAMBLE	INF	-	-	-	-
ENSAMBLE	1	-	-	-	-
PS_ENSAMBLE	INF	-	-	-	-
BODEGA	1	-	-	-	-
PE_CNC	INF	-	-	-	-
CNC	2	28400/60	WAIT 45	-	-
PS_CNC	INF	-	-	-	-
PE_TALADRO_C	INF	-	-	-	-
TALADRO_C	1	28400/60	WAIT 2600/60	200	WAIT 181.21/60
PS_TALADRO_C	INF	-	-	-	-
PE_WARNERI	INF	-	-	-	-
WARNERI	1	28400/60	WAIT 45	100	WAIT 90.2/60
PS_WARNERI	INF	-	-	-	-
CABALLETE	INF	-	-	-	-
FANTASMA	INF	-	-	-	-
RECOLECCION	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-

RECOLECCION2	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION3	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION4	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION5	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION6	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION7	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
RECOLECCION8	INF	28400/60	WAIT 28350/60	-	-
FANTASMA2	INF	-	-	-	-
FANTASMA3	INF	-	-	-	-
FANTASMA4	INF	-	-	-	-
PE_GALVANIZADO_T	INF	-	-	-	-
PS_GALVANIZADO_T	INF	-	-	-	-
PE_ENSAMBLE_T	INF	-	-	-	-

Fuente: Autores

Tabla 57-4. Entidades modelo 2

ENTIDAD	
NOMBRE	VELOCIDAD (mpm)
ESPIGO	50
TUERCA	50
CMP	50
LOTE_FRESA	50
LOTE_GALVANIZADO_E	50
LOTE_GALVANIZADO_T	50
ORDEN_D	50

Fuente: Autores

MODELO 3

Tabla 57-5. Estaciones modelo 3

ESTACION		TIEMPOS DE ALISTAMIENTO		TIEMPOS DE CARGA MATERIAL	
NOMBRE	CAPACIDAD	FRECUENCIA	LOGICA	FRECUENCIA	LOGICA
PE_DANOBAT	INF	-	-	-	-
DANOBAT	1	28400/60	WAIT 30	31	WAIT 66.9/60
TALADRO_D	1	-	-	-	-
CARASPLANAS	1	28400/60	WAIT 20	-	-
ROSCADORA	1	28400/60	WAIT 60	-	-

PS_ROSCADORA	160	-	-	-	-
PE_GALVANIZADO	160	-	-	-	-
GALVANIZADO	1	28400/60	WAIT 30	-	-
PE_ENSAMBLE	INF	-	-	-	-
ENSAMBLE	1	-	-	-	-
BODEGA	INF	-	-	-	-
CABALLETE	INF	-	-	-	-
CNC	2	28400/60	WAIT 45	-	-
TALADRO_C	1	28400/60	WAIT 2600/60	-	-
PS_TALADRO_C	160	-	-	-	-
PE_WARNERI	160	-	-	-	-
WARNERI	1	28400/60	WAIT 45	-	-
PS_WARNERI	160	-	-	-	-
FANTASMA1	INF	-	-	-	-
FANTASMA2	INF	-	-	-	-
FANTASMA3	INF	-	-	-	-
FANTASMA4	INF	-	-	-	-
FANTASMA5	INF	-	-	-	-
PE_GALVANIZADO_T	160	-	-	-	-

Fuente: Autores

Tabla 58-6. Entidades modelo 3

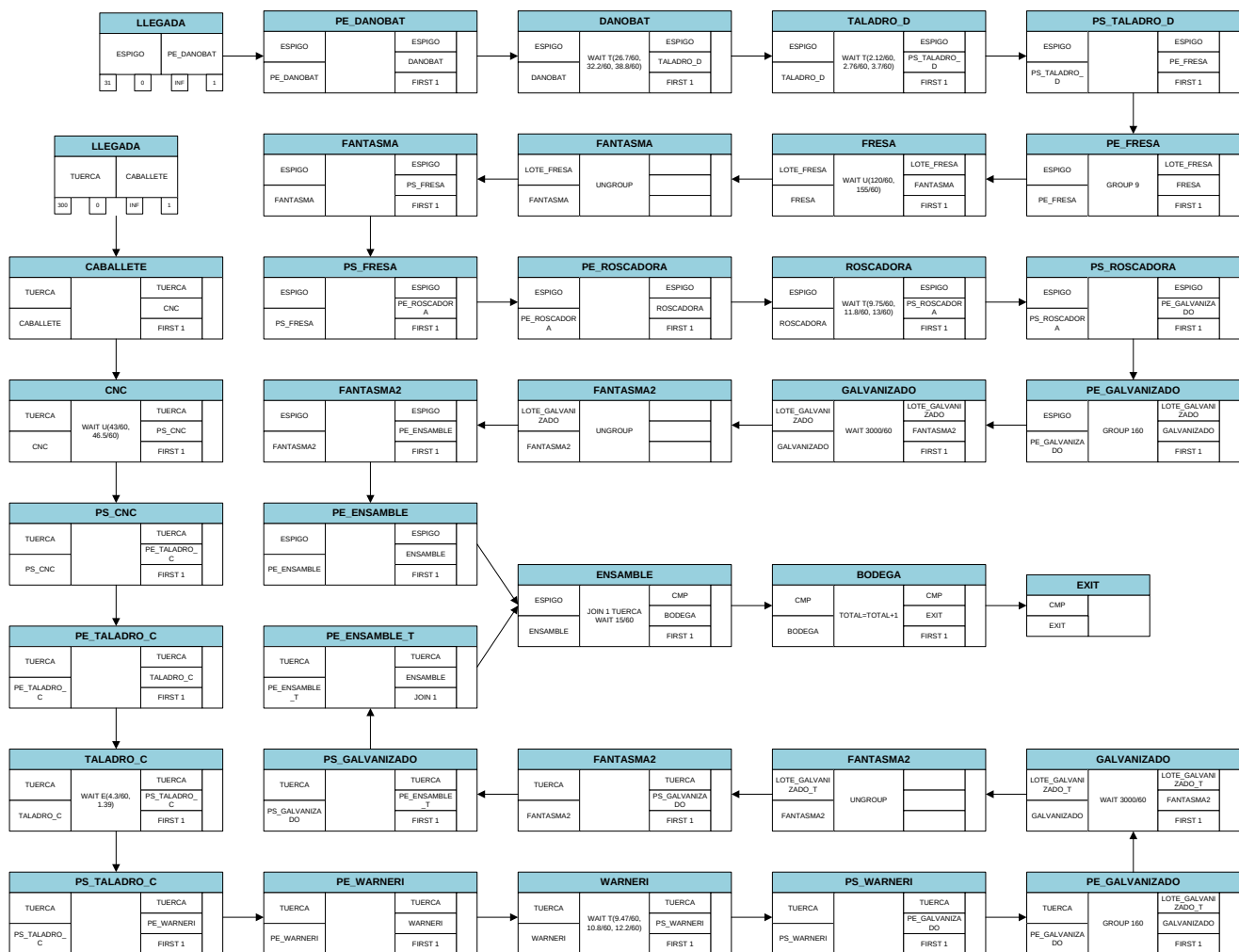
ENTIDAD	
NOMBRE	VELOCIDAD (mpm)
ESPIGO	50
TUERCA	50
CMP	50
LOTE_CARASPLANAS	50
LOTE_CMP	50

Fuente: Autores

ANEXO 59

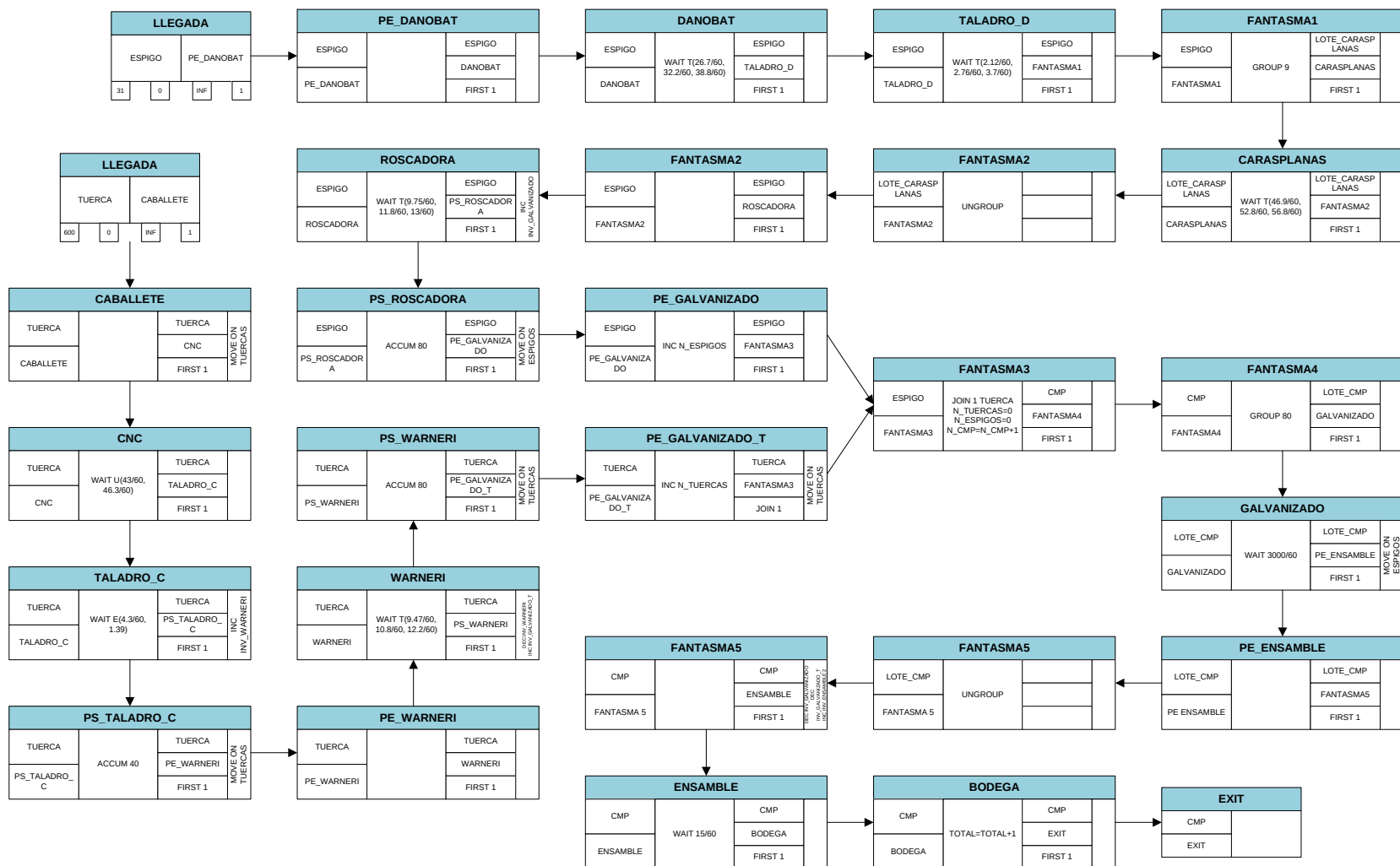
DIAGRAMA DE BLOQUES

Ilustración 1. Diagrama de bloques modelo 1



Fuente: Autores

Ilustración 3. Diagrama de bloques modelo 3



Fuente: Autores

ANEXO 60
MODELOS PROMODEL

ANEXO 61

ESTADOS DE RESULTADOS LÍNEA DE GAS PENAGOS HERMANOS

Tabla 61-1. Estado de resultados PENAGOS HERMANOS LÍNEA DE GAS

	2009										2010						
CONCEPTO	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubr e	Nov.	Diciembr e	Enero	Febrer o	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Gas	244.475	70.557	38.953	112.948	105.379,0	60.845	36.581	145.072	149.623	123.250	21.149	76.292	70.583	49.696	80.683	59.109	120.529
VENTAS TOTALES	244.475	70.557	38.953	112.948	105.379,0	60.845	36.581	145.072	149.623	123.250	21.149	76.292	70.583	49.696	80.683	59.109	120.529
COSTOS VARIABLES	174.546	53.487	29.043	96.377	83.242,0	44.884	28.587	102.305	105.514	86.916	14.410	51.982	48.092	33.861	54.973	40.274	82.123
Comisiones	2.046	731	466	512	669,0	614	552	827	853	703	122	441	408	287	467	342	697
Otros de Venta	2.676	1.120	463	5.209	1.507,0	1.585	220	1.146	1.182	974	169	611	566	398	647	474	966
TOTAL GASTOS VARIABLES	4.722	1.851	929	5.721	2.176,0	2.199	772	1.973	2.035	1.676	292	1.053	974	686	1.113	816	1.663
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	179.268	55.338	29.972	102.098	85.418,0	47.083	29.359	104.278	107.549	88.592	14.702	53.035	49.066	34.546	56.086	41.090	83.786
UTILIDAD MARGINAL	65.207	15.219	8.981	10.850	19.961,0	13.762	7.222	40.794	42.074	34.658	6.447	23.258	21.517	15.150	24.596	18.019	36.743
											0.305	0.305	0.305	0.305	0.305	0.305	0.305
COSTOS FIJOS	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	6.879.429	11.276.000	11.276.000	11.276.000	11.276.000	11.276.000	11.276.000	11.276.000
Salarios de venta	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	1.854.857	343.286	1.238.370	1.145.689	806.660	1.309.630	959.449	1.956.411
Mercadeo y Publicidad	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	120.559	434.904	402.355	283.291	459.929	336.949	687.073
Gastos de Viaje	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	97.571	138.949	501.245	463.731	326.505	530.088	388.348	791.881
COSTOS Y GASTOS FIJOS DE VTA	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	2.022.429	602.794	2.174.519	2.011.776	1.416.457	2.299.647	1.684.746	3.435.365
UTILIDAD OPERACIONAL	56.305,143	6.317.143	79.143	1.948.143	11.059,143	4.860.143	(1.679.857)	31.892,502	33.172,187	25.756,127	(5.431.553)	9.807,249	8.229,363	2.457.393	11.020,446	5.058,617	22.031,901
Salarios Administración	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	3.290.189	2.649.150	2.649.150	2.649.150	2.649.150	2.649.150	2.649.150	2.649.150
Honorarios y asesorías PHLTD	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	1.257.304	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000	924.000
Gastos de Junta	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	320.632	250.950	250.950	250.950	250.950	250.950	250.950	250.950
Honorarios y Asesorías	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	241.322	381.150	381.150	381.150	381.150	381.150	381.150	381.150
Impuestos	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	129.538	74.550	74.550	74.550	74.550	74.550	74.550	74.550
Arrendamientos	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	39.000	25.200	25.200	25.200	25.200	25.200	25.200	25.200
Afiliaciones	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	145.220	135.450	135.450	135.450	135.450	135.450	135.450	135.450
Seguros	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	27.724	34.650	34.650	34.650	34.650	34.650	34.650	34.650
Servicios	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	1.341.505	992.250	992.250	992.250	992.250	992.250	992.250	992.250
Construcciones y edificaciones	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	1.443.429	69.300	69.300	69.300	69.300	69.300	69.300	69.300

Mantenimiento y reparaciones	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	235,628	158,550	158,550	158,550	158,550	158,550	158,550
Gastos de Viaje y Representación	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	19,340	59,850	59,850	59,850	59,850	59,850	59,850
Papelería	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	197,963	215,250	215,250	215,250	215,250	215,250	215,250
Depreciación	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	851,000	893,550	893,550	893,550	893,550	893,550	893,550
Otros de Administración	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	402,965	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000	84,000
Bienestar y Desarrollo Personal	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	327,235	376,950	376,950	376,950	376,950	376,950	376,950
Perdida de Inventario	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	93,719	197,400	197,400	197,400	197,400	197,400	197,400
Gastos Financieros	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	3,797,869	5,523,000	5,523,000	5,523,000	5,523,000	5,523,000	5,523,000
TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	14,161,581	13,045,200	13,045,200	13,045,200	13,045,200	13,045,200	13,045,200
Otros Ingresos	-	-	-	-	452,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	42,143,562	(7,844,438)	(14,082,438)	(12,213,438)	(2,650,438)	(9,301,438)	(15,841,438)	17,730,921	19,010,606	11,594,546	(18,476,753)	(3,237,951)	(4,815,837)	(10,587,807)	(2,024,754)	(7,986,583)
Impuesto de Renta	14,750,247	-	-	-	-	-	-	6,205,822	6,653,712	4,058,091	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD NETA	27,393,315	(7,844,438)	(14,082,438)	(12,213,438)	(2,650,438)	(9,301,438)	(15,841,438)	11,525,099	12,356,894	7,536,455	(18,476,753)	(3,237,951)	(4,815,837)	(10,587,807)	(2,024,754)	(7,986,583)

Fuente: Departamento de contabilidad PENAGOS HERMANOS

Tabla 61-2. Estado de resultados estimado para conector medidor (CM) sin implementar mejoras PENAGOS HERMANOS LÍNEA DE GAS

CONCEPTO	2009										2010						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Gas	156,464,00	45,156,48	24,929,92	72,286,72	67,443	38,940,80	23,411,84	92,846,34	95,758,85	78,880,19	13,535,28	48,827,16	45,172,90	31,805,47	51,636,83	37,829,70	77,138,50
VENTAS TOTALES	156,464,00	45,156,48	24,929,92	72,286,72	67,443	38,940,80	23,411,84	92,846,34	95,758,85	78,880,19	13,535,28	48,827,16	45,172,90	31,805,47	51,636,83	37,829,70	77,138,50
COSTOS VARIABLES	111,709,44	34,231,68	18,587,52	61,681,28	53,275	28,725,76	18,295,68	65,475,24	67,529,14	55,626,31	9,222,30	33,268,52	30,778,67	21,670,74	35,182,89	25,775,36	52,558,52
Comisiones	1,309,44	467,84	298,24	327,68	428	392,96	353,28	529,22	545,83	449,62	78,27	282,35	261,22	183,92	298,60	218,75	446,06
Otros de Venta	1,712,64	716,80	296,32	3,333,76	964	1,014,40	140,80	733,49	756,49	623,15	108,48	391,32	362,04	254,90	413,84	303,19	618,23
TOTAL GASTOS VARIABLES	3,022,08	1,184,64	594,56	3,661,44	1,393	1,407,36	494,08	1,262,71	1,302,32	1,072,77	186,75	673,67	623,26	438,82	712,44	521,94	1,064,29
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	114,731,52	35,416,32	19,182,08	65,342,72	54,668	30,133,12	18,789,76	66,737,95	68,831,46	56,699,08	9,409,05	33,942,19	31,401,93	22,109,56	35,895,33	26,297,30	53,622,81
UTILIDAD MARGINAL	41,732,48	9,740,16	5,747,84	6,944,00	12,775	8,807,68	4,622,08	26,108,39	26,927,39	22,181,11	4,126,23	14,884,97	13,770,97	9,695,90	15,741,50	11,532,39	23,515,69

COSTOS FIJOS	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4402,83429	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64
Salarios de venta	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1187,10857	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	219,70	792,56	733,24	516,26	838,16	614,05	1.252,10
Mercadeo y Publicidad	44,80	44,80	44,80	44,80	44,8	44,80	44,80	44,80	44,80	44,80	77,16	278,34	257,51	181,31	294,35	215,65	439,73
Gastos de Viaje	62,45	62,45	62,45	62,45	62,4457143	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	88,93	320,80	296,79	208,96	339,26	248,54	506,80
COSTOS Y GASTOS FIJOS DE VTA	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	385,79	1.391,69	1.287,54	906,53	1.471,77	1.078,24	2.198,63
UTILIDAD OPERACIONAL	36.035,29	4.042,97	50,65	1.246,81	7.078	3.110,49	(1.075,11)	20.411,20	21.230,20	16.483,92	(3.476,19)	6.276,64	5.266,79	1.572,73	7.053,09	3.237,51	14.100,42
Salarios Administración	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2105,7209	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46
Honorarios y asesorías PHLTDA	804,67	804,67	804,67	804,67	804,674556	804,67	804,67	804,67	804,67	804,67	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36
Gastos de Junta	205,20	205,20	205,20	205,20	205,204616	205,20	205,20	205,20	205,20	205,20	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61
Honorarios y Asesorías	154,45	154,45	154,45	154,45	154,44639	154,45	154,45	154,45	154,45	154,45	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94
Impuestos	82,90	82,90	82,90	82,90	82,9042267	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71
Arrendamientos	24,96	24,96	24,96	24,96	24,9597353	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13
Afiliaciones	92,94	92,94	92,94	92,94	92,9407595	92,94	92,94	92,94	92,94	92,94	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69
Seguros	17,74	17,74	17,74	17,74	17,7435329	17,74	17,74	17,74	17,74	17,74	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18
Servicios	858,56	858,56	858,56	858,56	858,562885	858,56	858,56	858,56	858,56	858,56	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04
Construcciones y edificaciones	923,79	923,79	923,79	923,79	923,794286	923,79	923,79	923,79	923,79	923,79	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35
Mantenimiento y reparaciones	150,80	150,80	150,80	150,80	150,801981	150,80	150,80	150,80	150,80	150,80	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47
Gastos de Viaje y Representación	12,38	12,38	12,38	12,38	12,3776735	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30
Papelería	126,70	126,70	126,70	126,70	126,696205	126,70	126,70	126,70	126,70	126,70	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76
Depreciación	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87
Otros de Administración	257,90	257,90	257,90	257,90	257,897282	257,90	257,90	257,90	257,90	257,90	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76
Bienestar y Desarrollo Personal	209,43	209,43	209,43	209,43	209,430214	209,43	209,43	209,43	209,43	209,43	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25
Pérdida de Inventario	59,98	59,98	59,98	59,98	59,9803129	59,98	59,98	59,98	59,98	59,98	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34

Gastos Financieros	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2430,63612	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72
TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063,41	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93
Otros Ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	26.971,88	(5.020,44)	(9.012,76)	(7.816,60)	- 1.986	(5.952,92)	(10.138,52)	11.347,79	12.166,79	7.420,51	(11.825,12)	(2.072,29)	(3.082,14)	(6.776,20)	(1.295,84)	(5.111,41)	5.751,49
Impuesto de Renta	9.440,16	-	-	-	-	-	-	3.971,73	4.258,38	2.597,18	-	-	-	-	-	-	2.013,02
UTILIDAD NETA	17.531,72	(5.020,44)	(9.012,76)	(7.816,60)	- 1.986	(5.952,92)	(10.138,52)	7.376,06	7.908,41	4.823,33	(11.825,12)	(2.072,29)	(3.082,14)	(6.776,20)	(1.295,84)	(5.111,41)	3.738,47

Fuente: Autores

Tabla 61-3. Estado de resultado estimado que tiene en cuenta implementación de mejoras PENAGOS HERMANOS LÍNEA DE GAS

CONCEPTO	2009										2010						
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Gas	156.464,00	45.156,48	24.929,92	72.287	67.442,56	50.720,39	30.493,92	120.932,35	124.725,90	102.741,45	17.629,71	63.597,38	58.837,70	41.426,62	67.256,97	49.273,18	100.472,90
VENTAS TOTALES	156.464,00	45.156,48	24.929,92	72.287	67.442,56	50.720,39	30.493,92	120.932,35	124.725,90	102.741,45	17.629,71	63.597,38	58.837,70	41.426,62	67.256,97	49.273,18	100.472,90
COSTOS VARIABLES	111.709,44	34.231,68	18.587,52	49.345	42.619,90	29.932,24	19.064,10	68.225,20	70.365,36	57.962,62	9.609,64	34.665,79	32.071,38	22.580,91	36.660,57	26.857,93	54.765,98
Comisiones	1.309,44	467,84	298,24	328	428,16	511,83	460,15	689,31	710,94	585,63	101,95	367,76	340,24	239,55	388,92	284,93	581,00
Otros de Venta	1.712,64	716,80	296,32	3.334	964,48	1.321,26	183,39	955,37	985,33	811,66	141,29	509,70	471,55	332,01	539,03	394,90	805,24
TOTAL GASTOS VARIABLES	3.022,08	1.184,64	594,56	3.661	1.392,64	1.833,09	643,54	1.644,68	1.696,27	1.397,28	243,24	877,46	811,79	571,57	927,95	679,83	1.386,23
COSTOS Y GASTOS VARIABLES	114.731,52	35.416,32	19.182,08	53.006	44.012,54	31.765,33	19.707,64	69.869,88	72.061,64	59.359,90	9.852,88	35.543,25	32.883,17	23.152,48	37.588,52	27.537,76	56.152,21
UTILIDAD MARGINAL	41.732,48	9.740,16	5.747,84	19.280	23.430,02	18.955,06	10.786,28	51.062,48	52.664,26	43.381,55	7.776,83	28.054,12	25.954,53	18.274,14	29.668,45	21.735,42	44.320,68
COSTOS FIJOS	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4402,83429	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	4.402,83	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64	7.216,64

Salarios de venta	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,10857	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	1.187,11	219,70	792,56	733,24	516,26	838,16	614,05	1.252,10
Mercadeo y Publicidad	44,80	44,80	44,80	44,8	44,80	44,80	44,80	44,80	44,80	44,80	77,16	278,34	257,51	181,31	294,35	215,65	439,73
Gastos de Viaje	62,45	62,45	62,45	62,4457143	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	88,93	320,80	296,79	208,96	339,26	248,54	506,80
COSTOS Y GASTOS FIJOS DE VTA	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	1.294,35	385,79	1.391,69	1.287,54	906,53	1.471,77	1.078,24	2.198,63
UTILIDAD OPERACIONAL	36.035,29	4.042,97	50,65	13.583	17.732,83	13.257,88	5.089,10	45.365,29	46.967,08	37.684,36	174,40	19.445,79	17.450,35	10.150,97	20.980,03	13.440,55	34.905,41
Salarios Administración	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,7209	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	2.105,72	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46	1.695,46
Honorarios y asesorías PHLTDA	804,67	804,67	804,67	804,674556	804,67	804,67	804,67	804,67	804,67	804,67	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36	591,36
Gastos de Junta	205,20	205,20	205,20	205,204616	205,20	205,20	205,20	205,20	205,20	205,20	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61	160,61
Honorarios y Asesorías	154,45	154,45	154,45	154,44639	154,45	154,45	154,45	154,45	154,45	154,45	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94	243,94
Impuestos	82,90	82,90	82,90	82,9042267	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	82,90	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71	47,71
Arrendamientos	24,96	24,96	24,96	24,9597353	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	24,96	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13
Afiliaciones	92,94	92,94	92,94	92,9407595	92,94	92,94	92,94	92,94	92,94	92,94	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69	86,69
Seguros	17,74	17,74	17,74	17,7435329	17,74	17,74	17,74	17,74	17,74	17,74	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18	22,18
Servicios	858,56	858,56	858,56	858,562885	858,56	858,56	858,56	858,56	858,56	858,56	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04	635,04
Construcciones y edificaciones	923,79	923,79	923,79	923,794286	923,79	923,79	923,79	923,79	923,79	923,79	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35
Mantenimiento y reparaciones	150,80	150,80	150,80	150,801981	150,80	150,80	150,80	150,80	150,80	150,80	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47	101,47
Gastos de Viaje y Representación	12,38	12,38	12,38	12,3776735	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30	38,30
Papelería	126,70	126,70	126,70	126,696205	126,70	126,70	126,70	126,70	126,70	126,70	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76	137,76
Depreciación	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	544,64	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87	571,87
Otros de Administración	257,90	257,90	257,90	257,897282	257,90	257,90	257,90	257,90	257,90	257,90	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76	53,76
Bienestar y Desarrollo Personal	209,43	209,43	209,43	209,430214	209,43	209,43	209,43	209,43	209,43	209,43	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25	241,25
Perdida de inventario	59,98	59,98	59,98	59,9803129	59,98	59,98	59,98	59,98	59,98	59,98	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34	126,34
Gastos Financieros	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,63612	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	2.430,64	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72	3.534,72
TOTAL GASTOS DE ADMINISTRACION	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063	14.063,41	14.278,96	9.063,41	9.063,41	9.063,41	9.063,41	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93	8.348,93

Otros Ingresos	-	-	-	-	452,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	26.971,88	(5.020,44)	(9.012,76)	4.520	4.121,42	(1.021,09)	(3.974,32)	36.301,88	37.903,66	28.620,95	(8.174,53)	11.096,86	9.101,43	1.802,04	12.631,10	5.091,62	26.556,48
Impuesto de Renta	9.440,16	-	-	1.582	1.442,50	-	-	12.705,66	13.266,28	10.017,33	-	3.883,90	3.185,50	630,71	4.420,89	1.782,07	9.294,77
UTILIDAD NETA	17.531,72	(5.020,44)	(9.012,76)	2.938	2.678,92	(1.021,09)	(3.974,32)	23.596,22	24.637,38	18.603,62	(8.174,53)	7.212,96	5.915,93	1.171,33	8.210,22	3.309,55	17.261,71

Fuente: Autores