

Propuesta de gestión para el mejoramiento de la distribución en el área de ensamble del regulador para gas R203 de la empresa metalmecánica Industrias Humcar S.A.S

José David Peña Guzmán

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingenierías
Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2019

Propuesta de gestión para el mejoramiento de la distribución en el área de ensamble del regulador para gas R203 de la empresa metalmecánica Industrias Humcar S.A.S

José David Peña Guzmán

Director

Nelson Humberto Cruz Villarraga

Trabajo de grado para optar al título de ingeniería industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2019

Resumen

Este trabajo contribuye a realizar una propuesta de mejora en el área de ensamble para el regulador más representativo para la empresa Industrias Humcar S.A.S. que es el R203, se realizó en base al área actual. La empresa se dedica a la manufactura y comercialización de accesorios para gas la cual está ubicada en la ciudad de Bogotá y distribuye a nivel nacional como internacional. En la primera parte se muestra la identificación del problema el cual consiste en que la empresa tiene que producir piezas a un bajo costo para poder ganar licitaciones, por lo tanto, si no lo hace puede perder mercado. Después se realizó un análisis de los factores de distribución en planta en el área de ensamble, un estudio de tiempos, recorrido de material, estudio de las 5S. Al estudiar la situación se propone realizar una celda en U de tal forma que se reduce recorridos innecesarios del material dentro el área de ensamble, proponiendo también un adecuado 5s, estrategias para reducir los cuellos de botella y asimismo un JIT con el fin que haya un flujo continuo, sincronizado y equilibrado.

Palabras Clave: Celdas en U, Mejora Continua, Distribución en planta, 5S, Tiempos y movimientos.

Abstract

This work contributes to a proposal for improvement in the assembly area for the most representative regulator for Industries Humcar S.A.S. which is R203, it was made based on the current area. The company is dedicated to the manufacture and distribution of accessories for gas which is located in the city of Bogotá and distributes nationally and internationally. In the first part, the identification of the problem is shown, which consists in the company having to produce parts at a low cost in order to win tenders, therefore, if it does not, it can lose the market. Then an analysis of the distribution factors in the plant in the assembly area, a study of time, material path, and 5S study was performed. When studying the situation it is proposed to make a U-cell in such a way that unnecessary records of the material within the assembly area are reduced, also proposing an adequate 5s, strategies to reduce the bottlenecks and specifically a JIT in order to have a continuous, synchronized and balanced flow.

Keywords: U-cells, Continuous Improvement, Distribution in the plant, 5S, Times and movement

Tabla de contenidos

1. Identificación del problema	12
1.1. Antecedentes del problema	12
1.2. Descripción del problema.....	17
1.3. Formulación del problema	21
1.3.1. Sistematización del problema.....	21
2. Justificación	22
3. Objetivos	23
3.1. Objetivo general	23
3.2. Objetivos específicos	23
4. Marco referencial.....	24
4.1. Antecedentes de investigación	24
4.2. Marco teórico	26
4.2.1. Las 5s se dividen en.	26
4.2.2. Estudios de métodos.	27
4.2.3. Estudio de tiempos.	27
4.2.4. Diagrama de recorrido.....	27
4.2.5. Distribución en planta.....	28
4.2.6. Factores que afectan la distribución en planta.	28
4.2.7. Principios de distribución en planta.	29
4.2.8. Distribución de Guerchet.....	29
4.2.9. Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta.	30
4.2.10. Análisis de despilfarros.....	32
4.2.11. Valué stream mapping.....	32
4.2.12. Just in time.....	32
4.2.13. Células en U.	32
4.2.14. SMED.....	33
4.2.15. Pronósticos.	33
4.3. Marco conceptual.....	35
4.4. Marco legal	36
5. Marco metodológico	37
5.1. Tipo de investigación.....	37
5.2. Hipótesis	37

5.3. Variables	37
5.3.1. Independiente.....	37
5.3.2. Dependientes.....	37
5.4. Tamaño poblacional y muestreo	38
5.5. Técnicas de recolección de información	38
5.6. Proceso metodológico.....	39
6. Diagnóstico.....	42
6.1. Diagnostico factores distribución en planta.....	42
6.1.1. Factor 1- material.	42
6.1.2. Factor 2- maquinaria.....	44
6.1.3. Factor 3- el hombre.	47
6.1.4. Factor 4- movimiento.	48
6.1.5. Factor 5- espera.....	49
6.1.6. Factor 6- servicio.....	49
6.1.7. Factor 7- edificio.	51
6.1.8. Factor 8- cambio.	51
6.2. Diagnostico 5s Humcar	52
6.3. Diagrama de flujo de proceso actual.....	58
6.4. Mapa de flujo de valor de Industrias Humcar S.A.S.	59
7. Propuesta de mejora.....	60
7.1. Análisis PQ 1	60
7.2. Análisis PQ2	61
7.3. Células de manufactura en U	62
7.4. Diagrama multicolumna propuesto	66
7.5. Célula en U unificando los reguladores R203, R4 Col, R7 Col.....	67
7.6. Estrategia SMED	68
7.7. Identificación de cuellos de botella.....	69
7.8. Polivalencia:.....	70
7.9. Comparación del VSM y diagrama flujo de procesos.....	71
7.10. Simulación en Flexsim	74
Conclusiones.....	75
Referencias.....	76
Anexos	79

Lista de tablas

Tabla 1. Análisis de clasificación ABC en el año 2018	13
Tabla 2. costos de producción 2018	18
Tabla 3. Normativas	36
Tabla 4. Procesos de ensamble del regulador R203	38
Tabla 5. Proceso metodológico	39
Tabla 6. Operaciones del ensamble R203	43
Tabla 7. tipos de equipos e instrumentos en el área de ensamble.	44
Tabla 8. Dimensiones de los puestos o máquinas utilizadas para el R203.....	46
Tabla 9. Empleados directo e indirecto área ensamble	47
Tabla 10. Diagnóstico la primera S (Clasificar).....	52
Tabla 11. Diagnostico de la segunda S (Ordenar).....	53
Tabla 12. Diagnostico de la tercera S (Limpiar)	54
Tabla 13. Diagnostico de la cuarta s (Estandarizar).....	55
Tabla 14. Diagnostico de la quinta s (Disciplina)	56
Tabla 15. Diagrama de flujo de proceso ensamble R203	58
Tabla 16. PQ1 Productos representativos y menos representativos en la gama de reguladores de Industrias Humcar S.A.S.....	60
Tabla 17. PQ2 Productos representativos y menos representativos en la gama de reguladores de Industrias Humcar S.A.S.....	61
Tabla 19. Análisis de VSM y diagrama flujo de procesos (propuesta)	71
Tabla 20. Simulación piezas de más fabricadas	72

Lista de figuras

Figura 1. Regulador R203.	13
Figura 2. % Participación de mercado de clientes R203 (2017-2018).	14
Figura 3. % de unidades cumplidamente entregadas vs pendientes vs anuladas en el año (2015-2016-2017-2018-2019).	14
Figura 4. % Participación en licitación frente a los competidores pendientes vs anuladas en el año (2015-2016-2017-2018-2019).	15
Figura 5. Unidades residenciales construidas entre (2017-2018).	16
Figura 6. Árbol de problema.	17
Figura 7. Distribución zona de ensamble, distancias y tiempos de procesos.	19
Figura 8. Diagrama de recorrido de ensamble del regulador R203.	20
Figura 9. Esquema Del Systematic Layout Planning.	31
Figura 10. Propuesta de mejoramiento de métodos de trabajo y tiempos de producción en la área de ensamble.	35
Figura 11. Aluminio.	42
Figura 12. Nitrilo.	42
Figura 13. Latón.	42
Figura 14. Polipropileno.	42
Figura 15. Flejes.	43
Figura 16. Acero.	43
Figura 17. Alambre de acero zincado.	43
Figura 18. Compresor de aire.	44
Figura 19. Remachadora.	45
Figura 20. Calibración de presión 1.	45
Figura 21. Calibración de presión 2.	45
Figura 22. Maquina de hermeticidad.	46
Figura 23. Maquina de marcación por tinta.	46
Figura 24. Organigrama área manufacturera.	47
Figura 25. Planos piso 1 Industrias Humcar s.a.s.	50
Figura 26. Planos piso 2 Industrias Humcar s.a.s.	51
Figura 27. Seiri actual.	52
Figura 28. Seiri propuesto.	52
Figura 29. Seiton actual.	53
Figura 30. Seiton propuesto.	53
Figura 31. Seiso actual.	54
Figura 32. Seiso propuesto.	54
Figura 33. Seiketsu actual.	55
Figura 34. Seiketsu propuesto.	55
Figura 35. Shitsuke actual.	56
Figura 36. Shitsuke propuesto.	56
Figura 37. Radar de las 5s en Industrias Humcar S.A.S.	57
Figura 38. VSM de industrias Humcar S.A.S.	59
Figura 39. Pareto PQ productos representativos Industrias Humcar S.A.S.	61
Figura 40. Pareto PQ2 productos representativos Industrias Humcar S.A.S.	62

Figura 41. Célula en U propuesta R203.	63
Figura 42. Célula en U propuesta R4.	64
Figura 43. Célula en U propuesta R7.	65
Figura 44. Diagrama multicolumna propuesto.	66
Figura 45. Célula en U unificada de los Reguladores R203, R4Col y R7Col.....	67
Figura 46. Estrategia SMED.	68
Figura 47. Identificación de cuellos de botella.....	70
Figura 48. VSM propuesto	73
Figura 49. Célula en U Propuesta en el software Flexsim 2019.....	74

Lista de anexos

Anexo 1. carta de aceptación por parte de la empresa Industrias Humcar S.A.S.....	79
Anexo 2. Fotografía de la área de ensamble del regulador R203	80
Anexo 3. Fotografía proceso de colocación sello de seguridad	80
Anexo 4. fotografía del proceso de empaquetado.	80
Anexo 5. fotografía de material en proceso.....	81

Introducción

La calidad es un aspecto significativo para los productos de una empresa así mismo agrega valor para poder competir con el mercado, una de las áreas más importantes para la compañía manufacturera es el área de la producción, la que satisface al cliente que en este caso son las comercializadoras o gaseras del país, por este motivo las empresas dependen primordialmente del volumen de producción ya que al reducir tiempos pueden cumplir a los clientes con sus pedidos.

Industrias Humcar es una de las empresas líderes en accesorios, reguladores para gas domiciliario y comercial, se ha puesto a incursionar en nuevos productos como la referencia R203, la cual utilizan para redes de tipo domiciliario.

Dado que todo proceso industrial implica movimiento de material, y por más que se intente reducir no es posible suprimirlo del todo, es mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta. Dado que dichos traslados no añaden ningún valor al producto, se busca el ahorro de los mismos reduciendo las distancias que el material deba recorrer, de manera que se busca la forma de colocar las operaciones sucesivas inmediatamente cercanas unas a otras.

1. Identificación del problema

1.1. Antecedentes del problema

CI Industrias Humcar S.A.S fue fundada en 1971 por el señor Humberto Camacho Rojas, esta compañía está posicionada en el sector metalmecánico, comenzó con 25 empleados en planta y 5 en la parte administrativa, actualmente cuenta con más de 156 empleados, 38 realizan procesos de mecanizado y 78 de ensamble, la empresa se dedica a la fabricación de reguladores de distintas presiones, válvulas y accesorios para instalaciones domiciliarias, semi-industriales y comerciales de GN y GLP. Esta empresa se encuentra en la ciudad de Bogotá en la localidad de Puente Aranda en el sector industrial.

La organización en sus últimos años ha expandido su mercado en Norte, Centro y Sur América, esto trae consigo una gran responsabilidad en aumentar la producción en unidades terminadas mediante la mejora de los métodos de ensamble, la reducción de los tiempos de transporte, organizar algunos procesos para alcanzar un estimado de 5% mensual de la producción del regulador R203, con reducción de tiempos y costos, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente con cumplimiento de entrega, calidad, y garantía.

En la Tabla 1 se puede evidenciar mediante la clasificación ABC las ventas facturadas, con esto se permite evidenciar el impacto que tienen los productos producidos por la compañía Industrias Humcar. En este se escogieron 14 de los productos más representativos de la empresa y se identificó el impacto global que tiene los mismos (en ventas y en costos) en la categoría A el 36% representan el 75.78 % de las ventas, en la categoría B el 29% representa el 18.49% de las ventas y en la categoría C el 43% representa el 6.43% de las ventas. A partir de este análisis se escogió el producto con mayor participación para el año 2.018, siendo el regulador R203, ubicándose en la categoría A de los más facturados y dejando una ganancia de \$8.857.290.000.

Tabla 1.

Análisis de clasificación ABC en el año 2018.

PRODUCTOS	UNIDADES	VALOR UNITARIO	TOTAL	% PARTICIPACION	% ACUMULADO	CATEGORIA	SUMA PARTICIPACION	% REFERENCIAS
REGULADORES R203	295243	\$ 30.000	\$ 8.857.290.000	41,69%	41,69%	Cat A	75,08%	36%
REGULADORES R10	30913	\$ 100.000	\$ 3.091.300.000	14,55%	56,24%	Cat A		
REGULADORES R7	38724	\$ 57.000	\$ 2.207.268.000	10,39%	66,63%	Cat A		
REGULADORES R4	57893	\$ 31.000	\$ 1.794.683.000	8,45%	75,08%	Cat A		
REGULADORES RCABP	17288	\$ 100.000	\$ 1.728.800.000	8,14%	83,22%	Cat B	18,49%	29%
REGULADORES R6	29026	\$ 35.000	\$ 1.015.910.000	4,78%	88,00%	Cat B		
REGULADORES R18	51212	\$ 12.200	\$ 624.786.400	2,94%	90,94%	Cat B		
REGULADORES OPSO	1116	\$ 500.000	\$ 558.000.000	2,63%	93,57%	Cat B		
REGULADORES R50	1557	\$ 260.000	\$ 404.820.000	1,91%	95,47%	Cat C	6,43%	43%
REGULADORES R100	3448	\$ 117.900	\$ 406.519.200	1,91%	97,39%	Cat C		
REGULADORES PILOTADOS	881	\$ 450.000	\$ 396.450.000	1,87%	99,25%	Cat C		
REGULADORES R2ET	1300	\$ 68.000	\$ 88.400.000	0,42%	99,67%	Cat C		
REGULADORES R30	862	\$ 60.000	\$ 51.720.000	0,24%	99,91%	Cat C		
REGULADORES R25	1240	\$ 15.000	\$ 18.600.000	0,09%	100,00%	Cat C		
TOTALES			\$ 21.244.546.600	100,00%				

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s



Figura 1. Regulador R203. Fotografía tomada por autor.

En los últimos años la empresa Industrias Humcar S.A.S. con la referencia de regulador para gas R203 mostrado en la figura 1, en el año 2015 tuvo un buen auge con el mercado de algunas de las gaseras de Colombia, en la figura 2 se puede apreciar que las ventas entre el 2016, 2017 y 2018 no fueron las mejores teniendo una tendencia lineal hacia la baja una desviación estándar del 10.32%, las unidades vendidas anualmente entre el 2015, 2016, 2017 y 2018 fueron de 328.583 unidades, 255.295 unidades, 287.183 unidades y 295.243 unidades respectivamente.

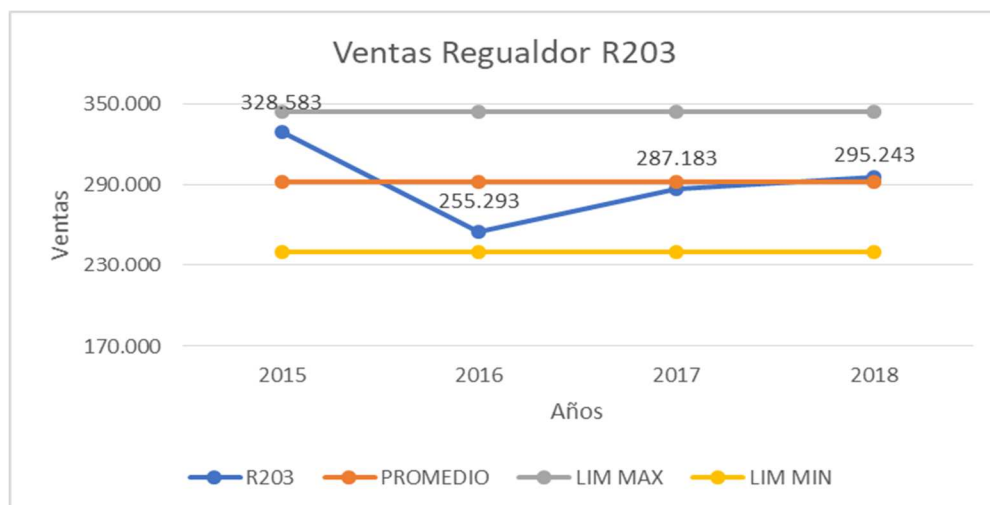


Figura 2. % Participación de mercado de clientes R203 (2017-2018). Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

Teniendo en cuenta la figura 2, la empresa manufacturera industrias Humcar S.A.S siendo una empresa muy importante en el sector de accesorio para gas, con su producto más representativo, el R203 tiene el reto de mejorar en procesos productivos para así producir más cantidad en un tiempo más corto, si no mejora continuamente sus procesos de ensamble puede bajar en la participación con sus competidores y tener un menor porcentaje en la venta de las licitaciones.

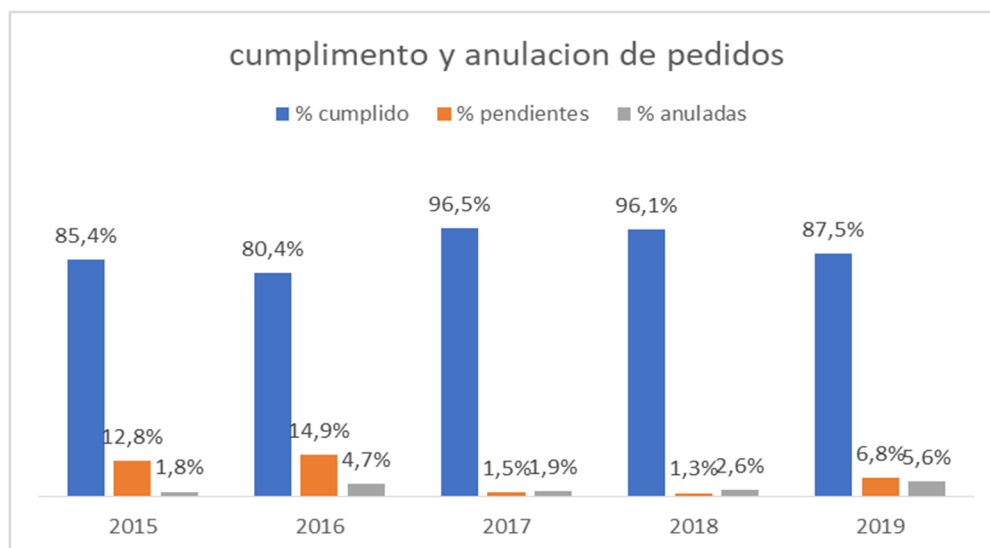


Figura 3. % de unidades cumplidamente entregadas vs pendientes vs anuladas en el año (2015-2016-2017-2018-2019) , Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s

En la figura 3 se puede apreciar que la empresa tiene que disminuir tiempo de ensamble, se ve que para el año 2015 se entregaron el 85.4% de las unidades, el 1.8% de los pedidos fueron anulados y quedaron pendientes el 12.8% de esta unidades, para el año 2016 se entregaron el 80.4% de las unidades, el 4.7% de los pedidos fueron anulados y quedaron pendientes el 14.9%, para el año 2017 se entregaron el 95.5% de las unidades, el 1.9% de los pedidos fueron anulados y quedaron pendientes el 1.5%, en el año 2018 se entregaron el 86.1% de las unidades, el 2.6% de los pedidos fueron anulados y quedaron pendientes el 1.3%, para terminar para el año 2019 en su tiempo transcurrido han entregaron el 87.5% de las unidades, el 5.6% de los pedidos fueron anulados y quedaron pendientes el 6.8% de las unidades. Hay que tener en cuenta que el año 2019 no ha terminado y su porcentaje de pendientes y anulados es alto el cual al terminar el año pueda que baje o por lo contrario suba ese porcentaje, la otra consideración es si los pedidos suben puedan que no entreguen a tiempo como paso en el año 2015, el cual por ser más unidades por año tuvo un porcentaje alto.

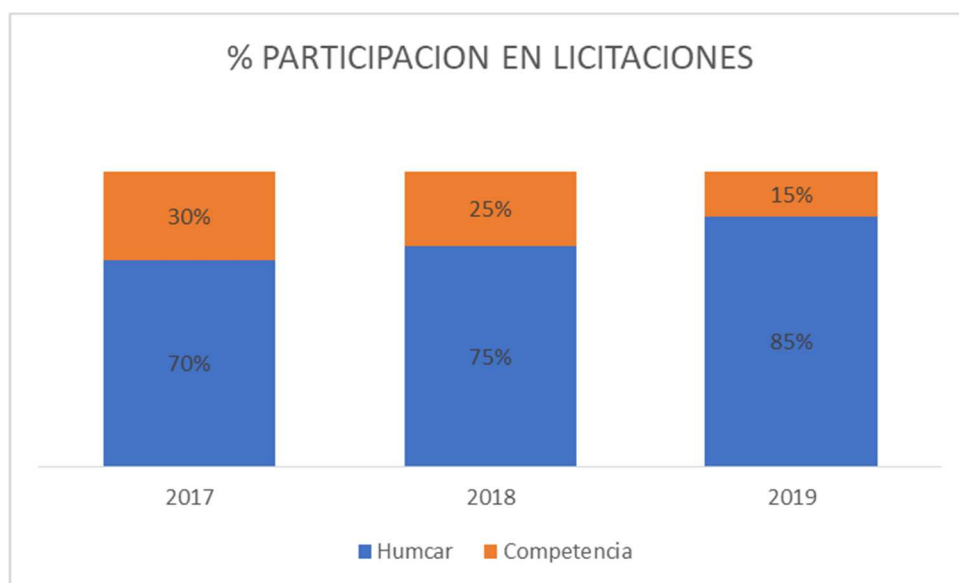


Figura 4. % Participación en licitación frente a los competidores pendientes vs anuladas en el año (2015-2016-2017-2018-2019), Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

En la figura 4 se aprecia la participación de industrias Humcar S.A.S en las licitaciones el cual para el año 2017, 2018 y 2019 tuvo una participación del 70%, 75% y 85% respectivamente. Estas licitaciones son por año el cual los contratos más grandes son con Vanti, Gases del Caribe

y Gases de Occidente el porcentaje restante es de la competencia, que es la empresa METREX, la ventaja que tiene Industrias Humcar es que sus piezas son hechas en la misma empresa, y la competencia importa las piezas para ensamblarlas, en el año 2019 hubo un alto porcentaje el cual puede ser por la subida del dólar, por consiguiente, Industrias Humcar tuvo una participación más alta.



Figura 5. Unidades residenciales construidas entre (2017-2018). (Clavijo, 2019)

Teniendo en cuenta la figura 5 la empresa manufacturera Industrias Humcar S.A.S ha tenido una reducción en las ventas por el hecho que el sector de la construcción en estos años ha aumentado las viviendas multifamiliares o residenciales como se aprecia en la figura 3 los metros construidos para destino residencial es del 73% estos lo componen las viviendas multifamiliares, en la línea de tendencia se puede ver que va aumentando, lo cual hace necesario la utilización de reguladores de gas de mayor capacidad relegando la venta de reguladores unifamiliares como el R203 que es de menor capacidad, la estrategia para la empresa es trabajar de la mano con las gaseras de Colombia para realizar un mercado de reposición con el objetivo de cambiar cada 5 años los reguladores R203 por seguridad. Con esta estrategia se le puede dar dinámica al mercado de esta referencia, de modo que al mejorar las ventas de reguladores se debe aumentar la productividad, mejorar procesos y reducir tiempos para competir y ganar las licitaciones.

1.2. Descripción del problema

Industrias Humcar S.A.S es una empresa dedicada a la manufactura del sector metalmecánico, la cual a veces no contempla reducir tiempos innecesarios de pre-ensamble y ensambles, y así poder competir en el mercado de reguladores para gas. Las causas de no tener una alta productividad de piezas se pueden presentar por tiempos no contemplados de entrega, también se aprecia un largo tiempo en los procesos de ensamble esto puede ser:

- Por excesivo material en los puestos de trabajo (diríjase al anexo 5)
- Largos trayectos entre puestos de ensamble por consiguiente no fluyen el material continuamente Puestos de ensamble no consecutivos, Maquinas muy separadas, etc. (diríjase a la figura 8: Diagrama de recorrido de ensamble del regulador R203).

Se observa que el proceso de ensamble está dividido y no es consecutivo, lo cual no permite incrementar la producción para cumplir con todos los clientes.



Figura 6. Árbol de problema. Autoría Propia.

En la tabla 2 se muestra una serie de costos de producción para el regulador R203, ya sea de gas natural o de gas licuado del petróleo para el año 2018, aquí se puede apreciar que para ese

año hubo una ganancia \$5'938.296.681 restándole costo de producción de \$2'863.857.100 y el costo de reproceso de \$55'136.219 mirando uno de los gráficos anteriores sobre ventas hubo una reducción de ganancia comparándolo con el año 2017.

Tabla 2.

Costos de producción 2018

Precio unitario	\$ 30.000				
costo unitario	\$ 9.700				
Meses	Unidades. Vendidas	Ventas \$	Costo fabricación	c. reproceso	ganancias
ene-18	9.574	\$ 287.220.000	\$ 92.867.800	\$ 2.731.514	\$ 191.620.686
feb-18	22.225	\$ 666.750.000	\$ 215.582.500	\$ 3.739.693	\$ 447.427.807
mar-18	90.519	\$ 2.715.570.000	\$ 878.034.300	\$ 3.486.780	\$ 1.834.048.920
abr-18	19.708	\$ 591.240.000	\$ 191.167.600	\$ 5.000.669	\$ 395.071.731
may-18	8.909	\$ 267.270.000	\$ 86.417.300	\$ 3.391.466	\$ 177.461.234
jun-18	28.708	\$ 861.240.000	\$ 278.467.600	\$ 3.060.145	\$ 579.712.255
jul-18	8.333	\$ 249.990.000	\$ 80.830.100	\$ 6.562.471	\$ 162.597.429
ago-18	6.408	\$ 192.240.000	\$ 62.157.600	\$ 3.322.664	\$ 126.759.736
sep-18	69.780	\$ 2.093.400.000	\$ 676.866.000	\$ 5.102.910	\$ 1.411.431.090
oct-18	10.717	\$ 321.510.000	\$ 103.954.900	\$ 7.559.048	\$ 209.996.052
nov-18	9.280	\$ 278.400.000	\$ 90.016.000	\$ 4.617.005	\$ 183.766.995
dic-18	11.082	\$ 332.460.000	\$ 107.495.400	\$ 6.561.853	\$ 218.402.747
Totales	\$ 295.243	\$ 8.857.290.000	\$ 2.863.857.100	\$ 55.136.219	\$ 5.938.296.681

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s

En la figura 7 se puede apreciar los puestos de trabajo dentro del área de ensamble, distancias de recorrido que están reflejas en metros y su duración de procesos en segundos, esta complementa la figura 8 para poder saber el significado de cada letra o proceso de ensamble.

#	PROCESO DE ENSAMBLE	DURACION PROCESO	PUESTOS	DISTANCIAS RECORRIDAS
1	Soplado de base	4,25seg	A	2,00MTS
2	Soplado de diafragma	3,18seg		
3	Colocar diafragma a base	9,10seg		
4	Remachar tapa y base	18,70seg		
5	Colocar resorte y tapa interior	9,08seg	B	20,00MTS
6	Colocar malla y filtro	7,59seg		
7	Calibracion punto ajuste e histeresis	7,50seg	C	1,00MTS
8	Bloqueo de Qminima y presion	26,60seg		
9	Capacidad de flujo	9,90seg	D	6,90MTS
10	Valvula de alivio	33,30seg		
11	Hermetidad y malla venteo	32,59seg	E	4,10MTS
12	Colocar esticker de calidad	7,09seg		
13	Colocar stiker tapa	7,41seg		
14	Marcacion con tinta trazabilidad	4,30seg	F	14,50MTS
15	Pre-certificacion(por lote)	337,50seg	G	5,10MTS
16	Colocar tapon de entrada y salida	9,10seg	H	1,00MTS
17	Certificacion	11,70seg	I	6,20MTS
18	Empaque producto	6,36seg	j	60,80MTS
TOTALIDAD DE ENSABLE		196,05seg		60,80MTS

Figura 7. Distribución zona de ensamble, distancias y tiempos de procesos. Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

En la figura 8 se puede apreciar mediante un diagrama de recorrido de procesos, los movimientos que tiene que dar dentro el área de ensamble, dando a demostrar que hay que mejorar en la parte de distribución ya que tiene que hacer muchos movimientos de transporte, el producto para su terminación de ensamble, está cuenta con 200 metros cuadrados. En este se puede apreciar que los puestos de trabajo no están bien distribuidos dentro esta área de ensamble.

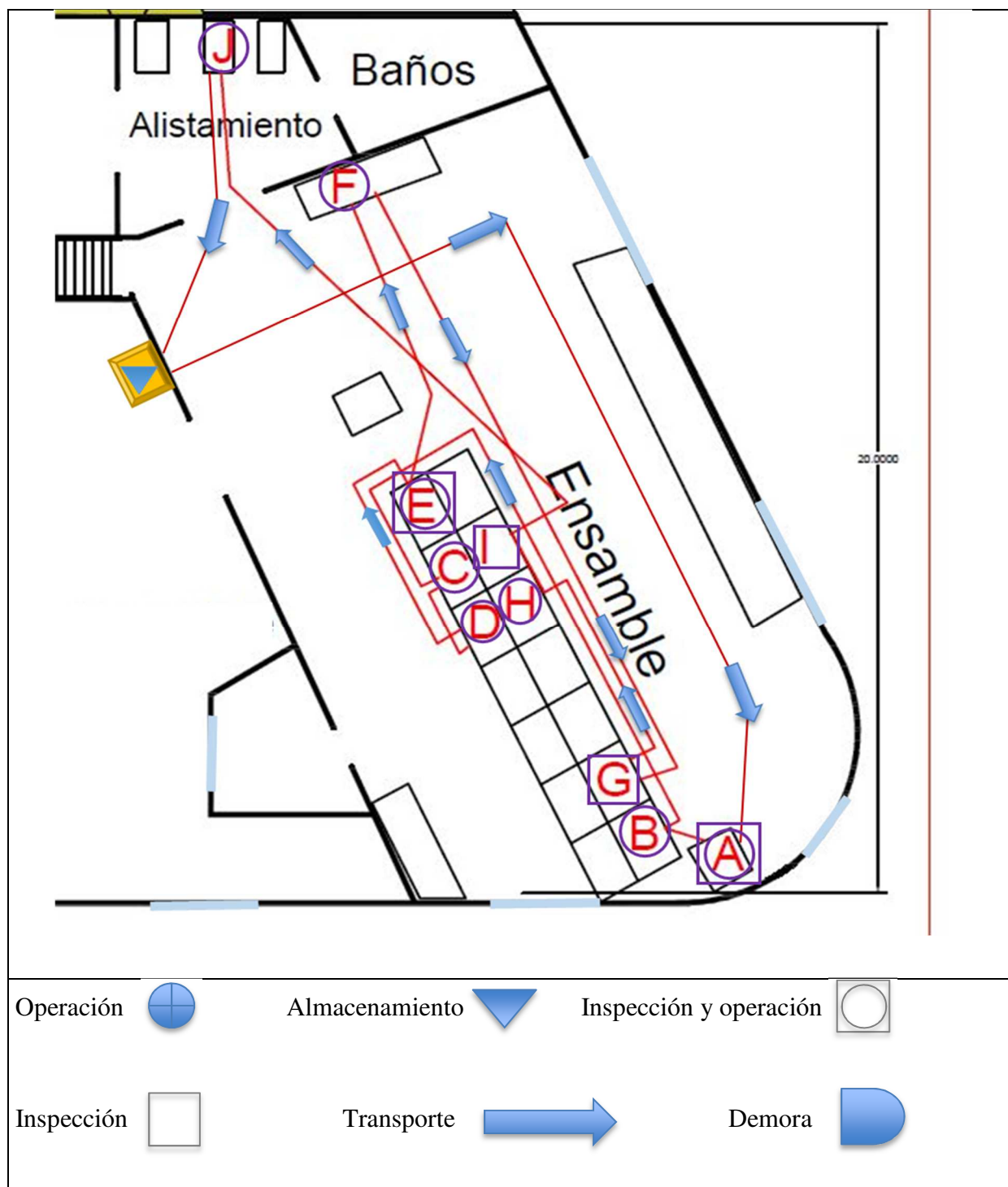


Figura 8. Diagrama de recorrido de ensamble del regulador R203. Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

1.3. Formulación del problema

¿Cuáles serían los métodos más apropiados para mejorar la distribución, métodos y tiempos, Para minimizar los costos, eliminar movimientos ineficientes con el propósito de optimizar la productividad en el área de ensamble del regulador R203 en la empresa Industrias Humcar s.a.s.?

1.3.1. Sistematización del problema.

- ¿De qué manera se puede implementar una mejora significativa en la distribución en el área de ensamble para incrementar la productividad?
- ¿Cómo se puede describir los métodos de trabajo en la empresa de productos para gas y cuáles serían los procesos utilizados para tal fin?
- ¿Cuáles son los nuevos métodos de trabajo para disminuir procesos de producción, recorridos innecesarios y mejora?
- ¿Qué mejoras se pueden obtener si se implementa un nuevo método de procesos en la empresa de accesorios para gas Industrias Humcar s.a.s?

2. Justificación

Industrias Humcar s.a.s es una empresa del sector metal mecánico manufacturera, que cuenta con más de 156 empleados y esta principalmente dedicada a la producción y ensamble de reguladores, válvulas y accesorios para las instalaciones domiciliarias, comerciales y semi-industriales de gas natural y propano, en los últimos años la empresa ha tenido un gran crecimiento, teniendo en cuenta la descripción del problema la empresa tiene que mejorar en la distribución en la área de ensamble para disminuir tiempos de transporte, también se puede reducir métodos innecesarios, redistribuyendo y dando una propuesta de mejora para así aumentar la productividad y tener más utilidades hacia la empresa.

Según (Niebel , 1970), la ingeniería de tiempos y movimientos tiene dos aplicaciones: el primero es diseñar un puesto de trabajo para ensamblar un producto y el segundo continuar mejorando en los sistemas existentes, Las técnicas para estudio de tiempos han evolucionado rápidamente debido al avance tecnológico que ha permitido incorporar herramientas de punta aplicadas para este objetivo, facilitando la labor del analista, obteniendo mayor precisión, velocidad de aplicación y resultados más confiables, comprensibles y rápidos.

En el Diseño de plantas se puede hacer uso de diagramas de recorrido, procesos y de hilos. (Vaughn & Vaughn, 2000).

En la Simulación para la modelación de un proceso productivo, se debe realizar una toma de datos para la recolección de los tiempos que toman las operaciones y lograr una simulación cercana a la realidad. (Dyner, Peña, & Arango, 2008).

En el análisis de puestos de trabajo la disposición de herramientas y materiales es crucial para reducir la fatiga y los esfuerzos físicos. (Maynard, 1991).

En la supervisión y administración, es necesario coordinar y llevar un control, tanto de operaciones como de personal, máquinas y materiales que permita medir la eficiencia. (García Criollo, 1998).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejoramiento de distribución, las operaciones y la productividad en el área de ensamble para la empresa metalmecánica INDUSTRIAS HUMCAR S.A.S con la finalidad de aumentar el cumplimiento de las entregas para empresa.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar qué procesos se consideran fallas en el área de ensamble para así mejorar la capacidad de respuesta al implementar la distribución de esta área.
- Realizar estudios de métodos con el fin de analizar los procesos en el área de ensamble e identificar patrones de comportamiento, para así optimizar el desplazamiento dentro esta área.
- Desarrollar una propuesta de rediseño para el área de ensamble con el objetivo de tener una mejora en su proceso de armado del regulador R203 de la compañía Industrias Humcar s.a.s.
- Determinar qué impacto puede ocasionar el rediseño de al área de ensamble de los reguladores R203.

4. Marco referencial

4.1. Antecedentes de investigación

La siguiente información se relaciona a los antecedentes de la investigación del proyecto, La cual estos trabajos tiene una relación con el proyecto a realizar ya que su material es muy interesante para poder realizar el proyecto de grado y poderse guiar del paso a paso de lo que hicieron los autores, los cuales son los siguientes:

- Un primer trabajo corresponde a (Berrío Berrío , 2009). Quien realizo la “Propuesta de distribución de planta en el almacén central de repuestos SOFASA - Toyota, para incrementar la productividad en la labor de picking”: Este proyecto trata sobre el almacén de repuestos (ACDR) de SOFASA- TOYOTA, esta organización, se observó que los operarios incurren en recorridos que pueden ser mejorados, en el proyecto constataron que al habilitar otras rutas en el almacén cuidadosamente pueden reducir los desplazamientos hasta un 4% y poder realizar la misma labor en menos tiempo.

La metodología implantada en este proyecto fue diagnosticar la situación actual por medio de Diagramas de flujo para el proceso de un pedido, después se realizó algoritmos como por ejemplo la obtención de un ruteo más eficiente, teorías de simulación de eventos discretos, teoría de distribución de plantas etc.

- Un segundo trabajo corresponde a (Muñoz Cabanillas, 2004). Quien realizo el “Diseño de distribución en planta de un empresa textil”: Este proyecto se da una visión en general de todo los procesos de distribución enfocados desde aspectos prácticos, conociendo de manera puntual las técnicas, principios, criterios y fundamentos que mejor se adecuen a la distribución de los diferentes departamentos de una empresa.

La metodología de este proyecto fue realizar una clasificación de estudios de planta la cual consiste en mirar si la planta actual necesita un cambio como: una el proyecto de una nueva planta, expansión o traslado a una ya existente, reordenación de la ya existente o ajustes menores, luego de saber esto, Realizaron SLP que consiste en establecer el problema, obtener datos, plantearlo, solucionar el problema, actuar.

- Un tercer trabajo corresponde a (García Salinas , 2001). Quien realizo la “Implementación de un método para la distribución física de la planta realizado como proyecto de grado para optar el título de maestro en ciencias de administración con

especialidad en producción y calidad elaborado en la Universidad Autónoma de Nuevo León México”.

- Un cuarto trabajo corresponde a (Castro Quitero & Galindo Vallejo, 2018). Quienes realizaron una “Propuesta de diseño y distribución en planta para una nueva infraestructura de la empresa CONGELADOS TRUST S.A. a través de técnicas de ingeniería”: Este proyecto se realiza un previo diagnóstico identificando problemas que se presentaban y poderlos mitigar, se presentó un pronósticos de demanda del producto para poder planear y dar una propuesta de diseño y distribución en planta elaborada para la empresa.

La metodología de este proyecto fue primero diagnosticar inicialmente que recursos tiene la empresa con el fin de mirar la causa raíz, de ahí realizaron una serie de estadísticos para poder identificar la demanda y luego dar una propuesta de mejora de distribución en planta, luego realizaron un análisis de la planta actual con la propuesta por medio de análisis de estadísticos apoyándose con el software Promodel, la cual compara factores como distancias y ciclos de proceso, terminaron con el análisis financiero mirando si era factible el proyecto.

- Un quinto trabajo que corresponde a (Ospina Delgado, 2016). Quien realizó una “Propuesta de distribución de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmecánica en ate”. En esta tesis muestra la implementación de herramientas de ingeniería como el diagrama de Pareto, recorrido, diagrama de causa efecto entre otros para analizarlos y dar una propuesta a la empresa para que la empresa trabaje eficientemente, para reducir costos y aumentar la calidad de productos.
- Un sexto trabajo corresponde a (Benavides Callejas & Quiroga Ariza, 2013). Quienes realizaron una “Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de artículos de seguridad KADIS E. U”.: En este proyecto se realizó un diagnóstico de la situación de la empresa de sus fortalezas y debilidades dando importancia al proceso productivo de la planta, se realizó un análisis de factores para determinar una distribución en planta para poderlo implementar en la empresa.

La metodología de este proyecto fue iniciar diagnosticando el estado actual de la empresa por medio de toma de datos de la empresa, buscando debilidades y fortalezas

que presenta la empresa en el área de producción, luego realizaron la caracterización de procesos por medio de herramientas de ingeniería

Luego identificaron el flujo de material, el factor humano y maquinaria, la cual sirvió para la posterior evaluación y propuesta de distribución en planta, por último realizaron un análisis de los procesos y espacios en fábrica, dando tres propuestas de implementación para analizar cuál es la más factible.

4.2. Marco teórico

El desarrollo de este proyecto tiene con finalidad aumentar la productividad del proceso de producción del regulador para gas referencia R203 para la empresa Humcar s.a.s, mediante la implementación de varias técnicas, teorías y herramientas que han sido desarrolladas para el mejoramiento de distribución que son:

4.2.1. Las 5s se dividen en.

Seiri (clasificación): esta es la primera s que significa despejar o clasificar, esta se entiende con el concepto de separar lo necesario de lo no necesario, por consiguiente en el lugar de trabajo se debe encontrar lo necesario para trabajar, este se puede implementar en todo elemento utilizado con frecuencia el área de trabajo, tales como materiales equipos, trabajo en proceso y herramientas, esto mejora el flujo de producción y se detecta fácilmente anomalías en el proceso.

Seiton (ordenar): al implementar la primera s que es clasificar se sigue con ordenar estas herramientas, dando así un lugar a cada cosa, este se implementa para reducir tiempos en búsqueda de herramientas o materiales, implementarlo es acceder a los elementos fácilmente, identificar que los elementos fueron retirados y disminuir la incidencia de errores.

Seiso (limpiar): este sencillamente es mantener limpio el ambiente de trabajo como el área y sus herramientas, este tiene como ventajas el funcionamiento en mayor tiempo de la maquinaria, un clima de satisfacción y limpieza, disminución de desperdicios.

Seiketsu (bienestar): mantener las 3 ´s anteriores es buscar mejorar cada vez más, mejorando la productividad de la empresa, disminuyendo ausentismo laboral y lograr el equilibrio físico de los trabajadores.

Shitsuke (autodisciplina): esta trata sobre implementar estrategias que aporten ideas para el mejoramiento continuo de la empresa. (Ortiz, 1999, pág. 33).

4.2.2. Estudios de métodos.

El concepto de métodos se considera como el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar varias actividades, con el fin de mejorar, para realizar este estudio hay que seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar y definir sus límites
2. Registrar por observación directa los hechos más relevantes relacionados con ese trabajo y recolectar información necesaria
3. Examinar de forma crítica en el modo que se realiza el trabajo.
4. Establecer el método más eficaz, práctico y económico para la persona involucrada

Evaluar la situación actual con la mejora con la relación costo- eficiencia (George Kanaway (OIT), 1998, pág. 77).

Diagrama de flujo:

En este diagrama se puede representar gráficamente dando la secuencia de operaciones, transporte, inspección, espera y almacenamiento este se plantea desde el principio del proceso hasta su final, con este diagrama se puede dar una visión más amplia del proceso de producción, almacenamiento, ensamble, y también proceso de materiales, este tiene como propósito disminuir transportes de material, esperas de procesos y mejorar tiempos ociosos.

4.2.3. Estudio de tiempos.

Este consiste en aplicar técnicas de registro de tareas específicas, esto se considera importante para la toma de decisiones y se tendrá argumentos para: comparar métodos de trabajo, calcular eficiencia, estimar capacidad de producción en planta etc.

Tiempos por cronómetro. Esta técnica permite establecer duración de ciclo de un trabajo, la cual es una sucesión de técnicas para completar acciones necesarias para ejecutar una tarea y durante este tiempo se obtiene una unidad de producción. (Ortiz, 1999, pág. 143).

4.2.4. Diagrama de recorrido.

Los diagrama de recorrido son de gran utilidad, para poder mirar que recorrido debe hacer el material para su transformación, con este diagrama se puede diagnosticar problema como la distribución de planta o de sus áreas, esta es una matriz que despliega el manejo de materiales dentro una instalación en un tiempo determinado. (Freivalds & Niebel, 2014).

4.2.5. Distribución en planta.

Es aquella distribución de espacios para movimiento de material, líneas de producción, administración, etc. Este sirve para reducir costo por desplazamientos de material, y también sirve para distribuir de forma aprovechable los espacios de producción. Los tipos de distribución son:

- Posición fija: en esta el material permanece siempre fijo y es la maquina o el hombre los que van por este.
- Por proceso: las operaciones del mismo tipo se realizan en el mismo sector.
- Por producto: la materia se desplaza continuamente (líneas de producción o producción en cadena). (MUTHER, 1981).

4.2.6. Factores que afectan la distribución en planta.

Los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, Según (MUTHER, 1981) se dividen en ocho grupos:

- Factor Material: Incluyendo desafío, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia.
- Factor Maquinaria: Abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización.
- Factor Hombre: Involucrando la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
- Factor Movimiento: Englobando transporte inter o interdepartamental, así Como manejo en las diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
- Factor Espera: Incluyendo los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
- Factor Servicio: Cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.
- Factor Edificio: Comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
- Factor Cambio: Teniendo en cuenta la versatilidad, flexibilidad y expansión.

4.2.7. Principios de distribución en planta.

- De la integración de conjunto: la mejor distribución es la que integra maquinaria, material, hombre, actividades auxiliares etc. De modo que allá compromiso dentro las partes, es decir que en cierto sentido la distribución en planta es la unión de estas partes, la cual se convierte en una maquinaria única.
- De la circulación o flujo de materiales: en igualdad de condiciones es mejor aquella distribución que ordene áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia que la forma que se transforme el material.
- Del espacio cubico: en la economía se obtiene la utilización eficiente de todo un espacio tanto en vertical como en horizontal.
- De la satisfacción y de la seguridad: La distribución más efectiva en cuando el trabajo se hace más satisfactorio y seguro para los operarios.
- De la flexibilidad: La distribución más efectiva es aquella que puede ser reordenada o reorganizada, con menos costos o inconvenientes. (MUTHER, 1981, págs. 19-21).

4.2.8. Distribución de Guerchet.

Este método fue creado por el señor Pierre Jeannin Guerchet, para poder conocer y ordenar de forma adecuada la maquinaria en este se tiene en cuenta la suma de tres superficies: $St=Ss+Sg+Se$:

- Ss. (Superficie estática): se refiere a todos los metros cuadrados que correspondientes los muebles, a maquinaria y las instalaciones.

- Sg. (Superficie de gravitación): superficie alrededor de la maquinaria o puestos de trabajo que es utilizado para el operador y para el material, necesario para operación, en este se calcula Ss. (espacio estáticos o de operación)* N (número de lados a partir de los cuales este es utilizado). $Sg= Ss*N$

- Se. (Superficie de evolución): son los espacios de reserva para flujo de material de operario y para la manutención. Este valor sale de la multiplicación de la suma de la superficie estática y la superficie gravitacional de cada máquina, con un coeficiente evolutivo (k), el cual representa una medida ponderada entre alturas de los elementos móviles y estáticos. $Se= (Ss+Sg) (k)$

$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

• **Dónde:**
$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r Ss * n * h}{\sum_{i=1}^r Ss * n}$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^r Ss * n * h}{\sum_{i=1}^r Ss * n}$$

- **r**=Variable de elementos móviles.
- **t**=variable de elementos móviles.
- **Ss**=Superficie estática de cada elemento.
- **n**=Número de elementos de cada tipo.
- **h**=Altura de cada elemento. (Napán, s.f.).

4.2.9. Metodología de la planeación sistemática de la distribución en planta.

El método SLP es utilizado para resolución de problemas de distribución en planta a partir de decisiones cualitativa, siendo para la distribución en planta ya existentes o nuevas planta, este método reúne toda la metodología precedente al flujo de materiales teniendo como finalidad reorganizar y planea de forma racional una serie de fases y técnicas, para poder visualizar la relación de elementos involucrados. (Muther, 1968).

Para el desarrollo SLP se tiene que realizar cuatro fases o niveles de la distribución en planta las cuales son según (Muther, 1968):

Fase 1: En esta fase hay que decidirse sobre la ubicación de la planta, al tratarse de una nueva planta hay que tener en consideración la posición geográfica competitiva basándose en la satisfacción para el mismo empresario, en caso de una redistribución el objetivo es determinar si se mantendrá en el mismo lugar o se trasladara a otro sitio diferente.

Fase 2: En este se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida y se indicara el tamaño, la relación y la configuración de actividades principales, en este se realizara un pequeño plano o diagrama a escala de como quedara la futura planta.

Fase 3: En esta se prepara en detalle el plan de distribución, como donde se va poner los puestos de trabajo así como la maquinaria.

Fase 4: En esta se realiza los ajustes necesario, conforme a como se colocaran los equipos para lograr en detalle la planeación.

En la siguiente figura se puede resumir lo que quiere decir el autor del método para obtener resultados debe congeniar unas con otras.

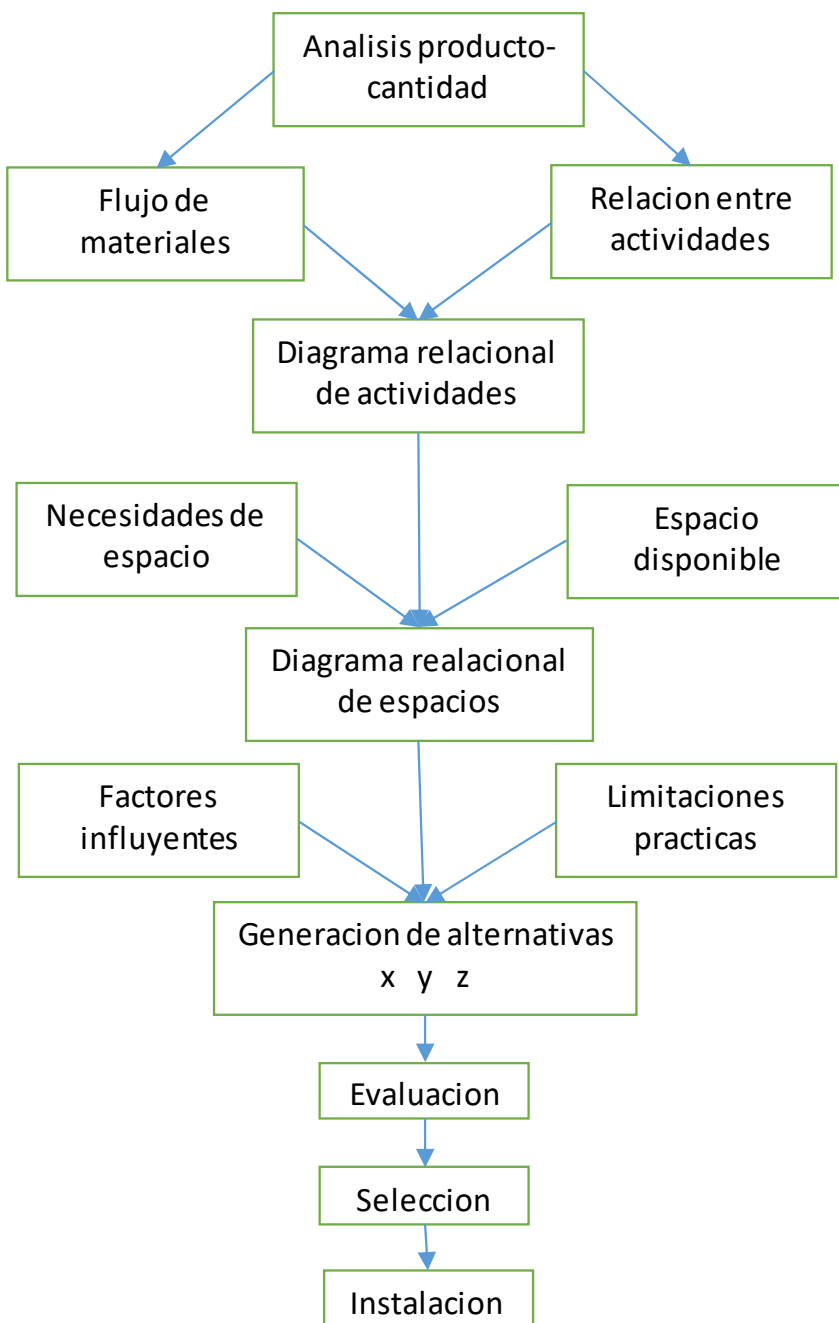


Figura 9. Esquema Del Systematic Layout Planning. En aproximación a Muther recuperado de (Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta, s.f.)

4.2.10. Análisis de despilfarros.

Esto se considera aquellas operaciones que no le da valor agregado al producto normalmente esto lo causa las personas, el material, la maquinaria los métodos de trabajo etc. (Ortiz, 1999, pág. 147).

4.2.11. Valué stream mapping.

Esta técnica relacionada con la producción ajustada que sirve para rediseñar un sistema productivo bajo el enfoque lean, este tiene como propósito mapear las actividades con o sin valor añadido para llevar a un producto terminado con el propósito de localizar problemas y darle proyectos de mejora. (Serrano Lasa, 2007, pág. 71).

4.2.12. Just in time.

La filosofía JIT traducida al español justo a tiempo Esta sirve para solución de problemas, el objetivo principal es suministrar productos en el momento correcto que se necesite, esta se encadena con la calidad de la siguiente manera:

- Al tener calidad esto significa tener menos inventario, al tener inventario de producto terminado se puede incurrir a vender piezas defectuosas al reducir el inventario se reduce costos del mismo.
- El JIT reduce costo de calidad, al no tener inventario y al implementar el JIM este pone al descubierto la mala calidad, porque al tener un inventario excesivo no se puede evidenciar la mal calidad.
- Al implementar JIM se reduce plazos de entrega aumenta la calidad, crea un inmediato aviso de problemas. (Heizer & Render, 2006).

4.2.13. Células en U.

Las células en U son la filosofía de trabajo .combinan las ventajas de distribución en planta por procesos y por producto, se basan en conceptos eficaces que son:

- Reducción de stock
- Flexibilidad de instalaciones
- Mejora continua en producción por parte de los operarios.

Ventajas de implementar la célula en U:

Eliminación de stock en curso gracias al flujo por una unidad.

- Reducción de distancias entre maquinas, la cual facilita el equilibrio de la línea producción y también adaptación a la demanda cambiante. Esto equivale a tener un grado alto de polivalencia de los empleados.
- Los desequilibrios de la celda se encuentran muy fácilmente
- Facilita la comunicación de los empleados ya que están cerca unos a otros

¿Cuándo usar célula en U?

- Se usan en los procesos que son totalmente manuales o semi automatizados.
- Si se busca una configuración compacta de celda esta es la indicada.
- Forma y volumen adecuado para su fácil transporte.
- Tiempo de ensamble manual que necesita entre 4 y 6 operarios. (Suñé, Gil, & Arcusa, 2004).

4.2.14. SMED.

El cambio de un número de partes a otro en una maquina en el area de producción tiene siempre sus contratiempos para esto es la herramienta SMED (Cambio rápido de herramientas) esta técnica fue desarrollada por Shigeo Shingo en el periodo de 1950-1969, esta técnica se debe realizar en menos de minutos el cual se debe seguir los siguientes pasos:

- Medir el tempo total de sep-up actual.
- Identificar los elementos que conforman el proceso.
- Convertir la mayor parte de elemento en internos por externo.
- Reducir tiempos de los elementos internos (operación cuando la máquina esta parada.
- Estandarizar el nuevo procedimiento. (Villaseñor contreras & Galindo cota, 2008).

4.2.15. Pronósticos.

Los pronósticos son muy importantes para una compañía, ya que este proporciona datos de entrada para una planeación y control de todas las áreas fundamentales, estos se puede realizar por medio de datos históricos de la empresa.

Cuando se cuenta con una cantidad considerable de datos de información histórica y las variaciones de tendencia y estacionales en la series de tiempo son estables y bien definidas, la proyección de esta información al futuro puede ser una forma efectiva de pronóstico para el corto plazo. La naturaleza cuantitativa de las series de tiempo estimula el uso de modelos matemáticos

y estadísticos como las principales herramientas de pronóstico. La precisión que puede lograrse para periodos de pronósticos menores a seis meses por lo general es buena. (Ballou, 2004).

Tipos de métodos para pronosticar:

- Suavizado exponencial
- Enfoque simple
- Promedio móvil simple
- Promedios móviles
- Tendencia lineal

4.3. Marco conceptual

Para realizar la Propuesta de gestión para el mejoramiento de métodos de trabajo y tiempos de producción en el ensamble del regulador para gas natural R203 de la empresa metalmecánica Industrias Humcar S.A.S, es importante identificar los factores que influyen con el proceso de ensamble del regulador R203, teniendo en cuenta el estado actual de la compañía.

Para realizar la propuesta se debe contemplar los análisis de VSM, las 5s, la distribución del área de ensamble, los tiempos, los procesos y el recorrido que da el producto; con el fin de buscar una mejora en los métodos de producción para reducir costos y poder aumentar la productividad para competir en el mercado de reguladores para gas. Ver figura 10.

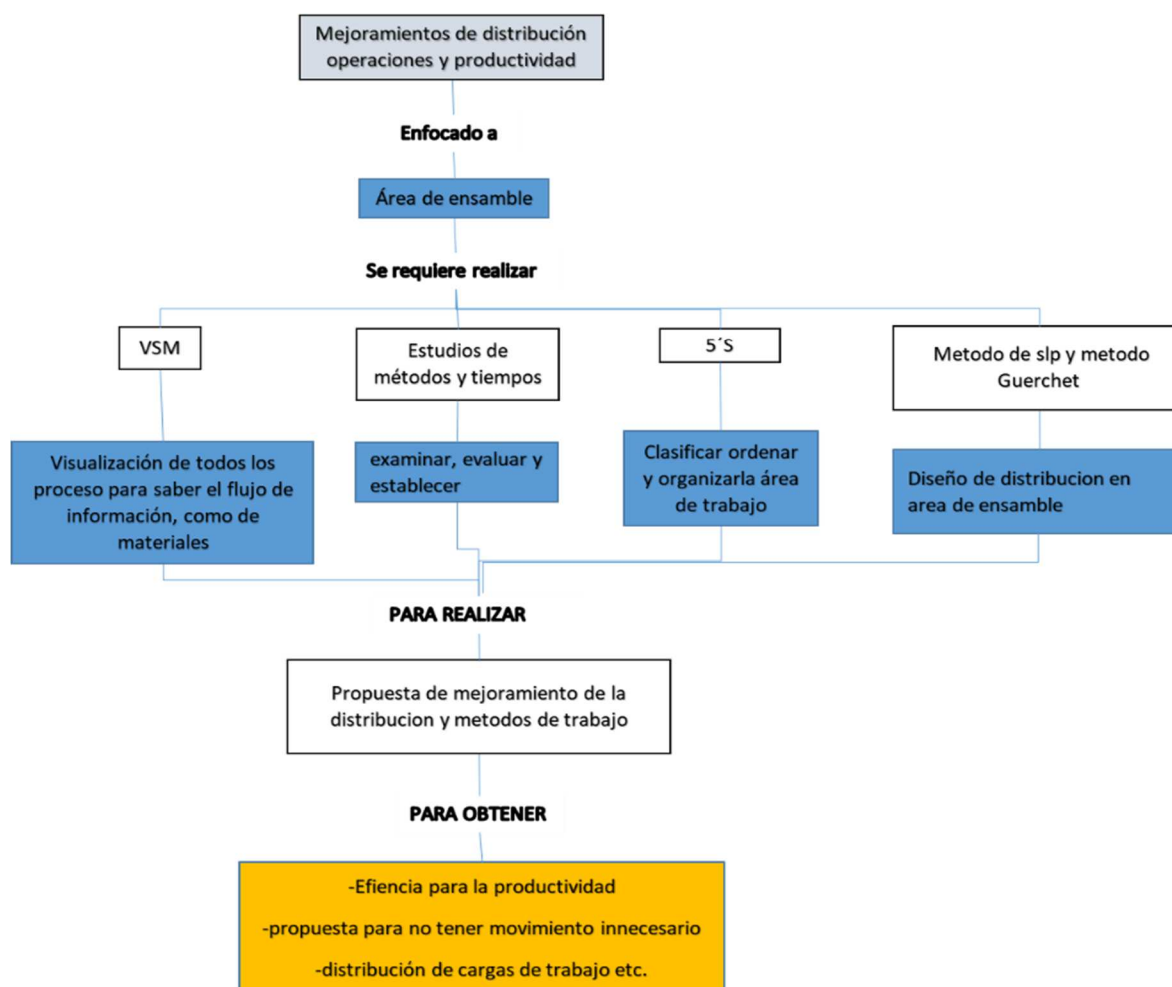


Figura 10. Propuesta de mejoramiento de métodos de trabajo y tiempos de producción en la área de ensamble. Autoría propia.

4.4. Marco legal

Tabla 3.

Normativas

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
GTC 45	Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional. (Incontec, 2010).
NTC ISO 14000– versión 2015.	Estándar internacional para la gestión ambiental, donde se expresa los lineamientos que debe tener una empresa con el fin de reducir los impactos ambientales y poder cumplir con la legislación ambiental. (Incontec, NORMA TÉCNICA NTC-ISO 14001, 2015).
NTC 3727 – Versión 2005	Esta norma especifica los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales se deben someter los reguladores de servicio para gas natural de operación autónoma, con válvula interna para alivio de sobrepresión. (Incontec, NORMA TÉCNICA NTC 3727, 1999).

Nota: En la anterior tabla se muestra las normativas que pueden servir para la empresa.

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

Para esta investigación se realizara un enfoque mixto, la cual se comenzara realizando un estudio cualitativo con la finalidad de observar y describir las respectivas operaciones que están en presente en el área de ensamble del regulador R203, y después se realizara el enfoque cuantitativo donde se recolectara información como tiempos y movimientos de procesos, distancias a recorrer y costos, con la finalidad de realizar un análisis y mostrar una propuesta de mejora.

- Enfoque explicativo: en esta se explicara como ocurre los procesos productivos del área de ensamble, desde su inicio hasta su final, dando así el orden del porque la secuencia de las actividades.
- Enfoque descriptivo: en este se pretende describir el paso a paso de las actividades del área de ensamble.
- Enfoque proyectivo: En este se va mirar que pasaría con la producción, los tipos de procesos y sus tiempos al implementar una propuesta al área de ensamble.

5.2. Hipótesis

Con la propuesta de gestión se pretende solucionar problemáticas que hay sobre la distribución en el área de ensamble como transportes innecesarios, operaciones improductivas con la finalidad de generar soluciones satisfactorias para dar más eficiencia en la productividad para esta área del regulador R203 de la compañía Industrias Humcar s.a.s.

5.3. Variables

5.3.1. Independiente.

La variable independiente será evaluar el estado actual de los procesos, métodos, tiempos y distribución del área de ensamble, teniendo en cuenta los objetivos principales para mejorar, se realizaran varios tipos de metodologías para poder solucionar y dar una propuesta al problema planteado.

5.3.2. Dependientes.

- Aumento de capacidad de producción ya que está ligada a una buena distribución en el área de ensamble.

- Seguridad del trabajador
- Organización en el área de ensamble (5s)
- Buenas prácticas de métodos de ensamble.

5.4. Tamaño poblacional y muestreo

- La población del objeto de estudio para realizar la propuesta es la compañía metalmecánica Industrias Humcar S.A.S.
- La muestra de la población será los procesos del área de ensamble de la referencia regulador R203 de la compañía metalmecánica Industrias Humcar S.A.S. el cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Procesos de ensamble del regulador R203

#	OPERACIONES DE ENSAMBLE	#	OPERACIONES DE ENSAMBLE
1	soplado de base	10	válvula de alivio
2	soplado de diafragma	11	hermeticidad y malla venteo
3	colocar diafragma a base	12	colocar sticker de calidad
4	remachar tapa y base	13	colocar sticker tapa
5	colocar resorte y tapa interior	14	marcación con tinta trazabilidad
6	colocar malla y filtro	15	pre-certificación (por lote)
7	calibración punto ajuste e histéresis	16	colocar tapón de entrada y salida
8	bloqueo de mínima y presión	17	certificación
9	capacidad de flujo	18	empaque producto

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa industrias Humcar s.a.s.

5.5. Técnicas de recolección de información

Las fuentes primarias sería toda la información histórica de la empresa recolectada que se reunió desde el principio del proyecto hasta el final del mismo y las fuentes secundarias serán todo el material bibliográfico y referencial que nos ayude sacar el proyecto adelante.

Observación: este método ayudara a tener una visión de los procesos, métodos de producción. Para así comprender que se hace, como se hace, para que se hace, cuanto se demora.

Medición: Es método nos sirve para poder medir el problema y también para mirar la mejora para realizar la propuesta de gestión.

5.6. Proceso metodológico

Para comenzar hay que tomar datos para diagnosticar la situación actual y determinar cuál es el espacio disponible en el área de ensamble basándonos en planos de la instalación, diagramas de operación, flujo de proceso, diagrama de recorridos.

A través de los datos recolectados se puede hacer una simulación en un software (pro Model, Flexsim etc.) para poder evaluar y dar una propuesta de rediseño en el área de ensamble de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

Para finalizar hay que hacer una evolución del impacto que daría si se implementa este en la empresa.

Tabla 5.

Proceso metodológico

Objetivos específicos	Sistematización	Metodología	Técnicas de recolección
<ul style="list-style-type: none"> Determinar qué procesos se consideran fallas en el área de ensamble para así mejorar la capacidad de respuesta al implementar la distribución de esta área. 	<p>-¿Cómo implementar una mejora significativa en la distribución en la área de ensamble para optimizar procesos productivos?</p>	<p>-Se debe realizar un análisis de procesos y actividades de la empresa Industrias Humcar s.a.s. con el fin de buscar falencias en recorridos y el tiempo ensamble.</p>	<p>Datos estadísticos de los últimos años, tiempos y movimientos</p>

<ul style="list-style-type: none"> Realizar estudios de métodos con el fin de analizar los procesos en el área de ensamble e identificar patrones de comportamiento, para así optimizar el desplazamiento dentro esta área. 	<p>-¿cómo se puede describir los métodos de trabajo en la empresa de productos para gas y cuáles serían los procesos utilizados para tal fin?</p>	<p>- Para comenzar hay que tomar datos para diagnosticar la situación actual y determinar cuál es el espacio disponible en el área de ensamble basándonos en planos de la instalación, diagramas de operación, flujo de proceso, diagrama de recorridos, también utilizar el VSM actual como herramienta de diagnóstico.</p>	<p>Análisis de factores de distribución en planta. Revisión documental. Visita a la área de ensamble</p>
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una propuesta de rediseño para el área de ensamble con el objetivo de tener una mejora en su proceso de armado del regulador R203 de la compañía Industrias Humcar s.a.s. 	<p>-¿Se puede implementar en la empresa los métodos de distribución en la área de ensamble?</p>	<p>Con los datos recolectados se puede hacer una simulación en un software (pro model, flexsim etc.) para poder evaluar y dar una propuesta de rediseño en la área de ensamble de la empresa</p>	<p>Revisión de documento Trabajo de campo</p>

		Industrias Humcar s.a.s.	
<ul style="list-style-type: none"> Determinar qué impacto puede ocasionar el rediseño de al área de ensamble de los reguladores R203. 	<p>-¿Qué mejoras se pueden obtener si se implementa un nuevo método en la empresa de procesos para gas Industrias Humcar s.a.s?</p>	<p>Determinar indicadores para saber si es factible o no el proyecto. Valorar el rendimiento operativo de la área de ensamble</p>	<p>Indicadores de factibilidad</p>

Nota: Proceso metodológico del proyecto. Autoría propia.

6. Diagnóstico


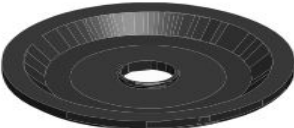


6.1. Diagnostico factores distribución en planta

La empresa Industrias Humcar ha sido líder en accesorios para gas natural y propano, considerándose líder en Colombia. Este diagnóstico se le realiza a los factores de distribución en planta para el producto mayor para la compañía que es el regulador R203

6.1.1. Factor 1- material.

En el factor material se encuentra el material entrante material en proceso productos acabados material saliente, materia prima desperdicios material de no calidad etc.

Materia prima: la empresa industrias Humcar S.A.S, productora y comercializadora de accesorios para gas industrial y domiciliario produce reguladores de gas de todo tipo y tamaño para diferentes especificaciones y presiones que se necesite. Dentro el material utilizado para el ensamble esta:

MATERIAL	CONCEPTO	IMAGEN
Aluminio	Tapa, base y remaches inyectados en aluminio AISI 12 Cu con pintura Electroestática.	 <p>Figura 11. Aluminio. (www.humcar.com, 2019)</p>
Nitrilo	Sello de caucho, Sello O'RING, Diafragma nitrilo y Sello embolo.	 <p>Figura 12. Nitrilo. (www.humcar.com, 2019)</p>
Latón	Pasador balancín, con composición química 59,5 % de cobre y 37,5 % de Zinc.	 <p>Figura 13. Latón. (www.humcar.com, 2019)</p>
Poli acetal y/o Polipropileno	Tapa exterior roscada, tapón venteo, tapa interior roscada, arandela diafragma, base diafragma, tuerca, Embolo y balancín.	 <p>Figura 14. Polipropileno. (www.humcar.com, 2019)</p>

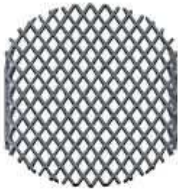


Flejes	Malla Venteo en aluminio y malla Filtro en acero inoxidable, capacidad de filtrado de partículas de 180 Micras.	 Figura 15. Flejes. (www.humcar.com, 2019)
Acero	Resorte de válvula de venteo.	 Figura 16. Acero. (www.humcar.com, 2019)
Alambre de acero Zincado y válvula de alivio.	Resorte de tensión y válvula de alivio.	 Figura 17. Alambre de acero zincado. (www.humcar.com, 2019)

Tabla 6.

Operaciones del ensamble R203

#	OPERACIONES DE ENSAMBLE	#	OPERACIONES DE ENSAMBLE
1	soplado de base	10	válvula de alivio
2	soplado de diafragma	11	hermeticidad y malla venteo
3	colocar diafragma a base	12	colocar sticker de calidad
4	remachar tapa y base	13	colocar sticker tapa
5	colocar resorte y tapa interior	14	marcación con tinta trazabilidad
6	colocar malla y filtro	15	pre-certificación(por lote)
7	calibración punto ajuste e histéresis	16	colocar tapón de entrada y salida
8	bloqueo de mínima y presión	17	certificación
9	capacidad de flujo	18	empaque producto

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s.



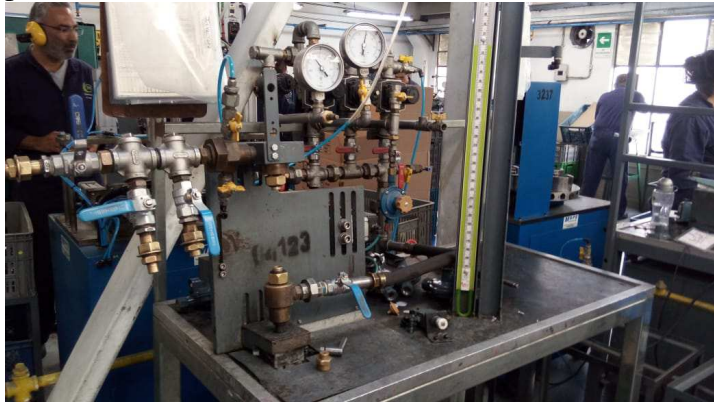
6.1.2. Factor 2- maquinaria.


Dentro este factor de maquinaria en el área de ensamble se comprende equipos de sujeción de las partes del regulador (remachadora), Hermeticidad del producto, e instrumentos de calibración de parámetros hermeticidad, de las maquinarias mencionadas casi todas son fabricadas en casa la cual no cuenta con ficha técnica. En la siguiente tabla se muestra los equipos e instrumentos utilizados en el área de ensamble.

Tabla 7.

Tipos de equipos e instrumentos en el área de ensamble

Maquina	Imagen	Características
<p>Compresor de aire</p>	 <p>Figura 18. Compresor de aire. (Shanghai Screw Compressor Co., s.f.)</p>	<p>Este es utilizado en toda la empresa para toda el área de calibración y ajuste de los parámetros de los reguladores producidos en la empresa y también para algunas máquinas que utilizar el sistema neumático para su operación.</p>

Remachadora		<p>Esta es utilizada para unir: Tapa, Base y conjunto diafragma esta solo pone de a un remache y es manual.</p>
Calibradores de presión	 <p>Figura 20. Calibración de presión 1. Fotografía tomada por autor</p>  <p>Figura 21. Calibración de presión 2. Fotografía tomada por autor.</p>	<p>Este equipo se complementa con un manómetro y un tubo pitot el cual uno es para medir presión y el otro es para medir presión estática o dinámica de gas respectivamente</p> <p>También midiendo manómetros las presiones al que son sometidos los reguladores de gas.</p>

Máquina de hermeticidad	 <p>Figura 22. Máquina de hermeticidad. Fotografía tomada por autor.</p>	Esta máquina es para mirar si el regulador esta hermético o sellado para que no haya un fuga de gas.
Máquina de trazabilidad por tinta	 <p>Figura 23. Máquina de marcación por tinta. Fotografía tomada por autor.</p>	Está a través de una tinta marca y un sensor estampa año y mes de fabricación del regulador R203 producido

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

Tabla 8.

Dimensiones de los puestos o máquinas utilizadas para el R203

#	maquina	Lados	Largo	Ancho	Superficie estatica Ss	Superficie de gravedad Sg	Superficie de evaluacion Se	Total
1	Remachadora	1	1,10mts	0,51mts	0,56mts ²	0,56mts ²	0,47mts ²	1,59mts ²
2	Calibadores de pesion 1	1	0,60mts	1,20mts	0,72mts ²	0,72mts ²	0,78mts ²	2,22mts ²
3	Calibadores de pesion 2	1	0,60mts	1,00mts	0,60mts ²	0,60mts ²	0,54mts ²	1,74mts ²
4	Maquina de heticidad	1	0,60mts	0,71mts	0,43mts ²	0,43mts ²	0,27mts ²	1,12mts ²
5	Maquina de marcacion por tinta	1	0,80mts	2,35mts	1,88mts ²	1,88mts ²	5,30mts ²	9,06mts ²

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s.

6.1.3. Factor 3- el hombre.

En este factor se muestra los empleados directos e indirectos que hay en el área de ensamble de la referencia R203 las condiciones de seguridad.

Tabla 9.

Empleados directo e indirecto área ensamble

Cargo	Empleados directos	Empleados indirectos
Gerente de manufactura		1
Director de producción		1
supervisores		4
Líder de línea		1
Operarios de la referencia R203	8	8

Nota: Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

En la tabla anterior se puede apreciar la mano de obra directa el cual son 8 empleado y en la indirecta se encuentra los directivo y coordinadores y entre esta también esta los empleados temporales.

Organigrama:

En la figura 24 se puede apreciar el organigrama de solo manufactura el cual se encuentra los ensambladores del regulador R203.

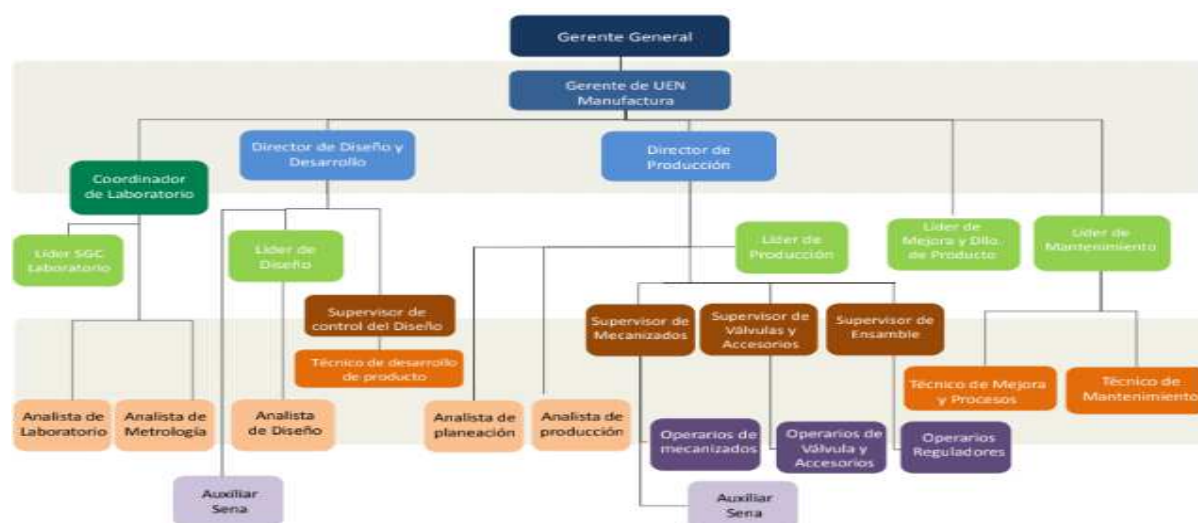


Figura 24. Organigrama área manufacturera. Organigrama suministrado Industrias Humcar s.a.s

Trabajo y seguridad:

En la empresa se cuenta con el personal de seguridad y salud en el trabajo el cual está en permanente cambio, adoptando técnicas de ergonomía elementos de protección tanto de oídos, ojos y botas de seguridad. Lo que se pudo detectar en la visita fue lo siguiente:

- Los operarios esta con su respectivos implementos de seguridad como (tapa oídos, gafas de seguridad en el caso de las mujeres la cofia, tapa bocas y botas de seguridad en caso de caídas de accesorios pesados al piso.
- En los respectivos puestos de trabajo se evidencio que hay sillas para cada puesto de trabajo para comodidad de cada ensamblador
- Todas las áreas de la empresa tienen por lo menos dos pausas activas al día ya que puede haber lesiones por los movimientos repetitivos y también fatiga y estrés.

6.1.4. Factor 4- movimiento.

En este factor es uno de los más importantes ya que el movimiento de material al ser efectivo y corto puede bajar costos de producción por movimientos innecesarios así mismo optimizar la producción. En los pasillos de ensamble se pudo evidenciar que estos son muy estrechos, apenas para una sola persona o carrito de transporte.

Entrada de material:

El material es alistado por operarios en la área de almacenamiento la cual son llevados en una carretilla con canastas para así subirlo al tercer piso por medio de un asesor para luego dejarlos en el área de ensamble para esta referencia R 203 se realiza la producción por medio de lotes de 700 unidades o también según lo requerido, en la área de ensamble al poner todo el material, tanto para ensamble como producto terminado hay un pasillo estrecho para trasportar material o también circulación de personal en cual genera demora en operaciones.

Salida de material:

Al estar ya el producto terminado en cajas y listos, se bajan por el asesor para almacenar en producto terminado, para luego ser transportado en camiones contratados o de la misma empresa para así ser distribuidos dentro o fuera del país, cada caja está compuesta de 25 reguladores en forma de panel o 30 sin panel.

6.1.5. Factor 5- espera.

Almacenamiento de materia prima:

El material usado posteriormente para ensamblar se encuentra en el área de almacenamiento en el primer piso de la empresa, por lo tanto la empresa no sufre por falta de piezas de ensamble, ya que estas piezas ya están guardadas en almacén por procesos realizados con anterioridad como el pre ensamble y los mecanizados a las piezas metálicas.

Demora en las operaciones:

Al ser un sistema de producción por lotes la única ventaja es que no necesita tanta especialización por parte de los operarios y es fácil de planificar, pero al hablar de las desventajas se puede decir que no es un sistema flexible el cual no se adapta al requerimiento del cliente, en este se aumenta los tiempos muertos y así mismo los costos de producción, y también los tiempos de entrega aumentan.

6.1.6. Factor 6- servicio.

En este factor se muestra las actividades, elementos y personal que auxilian a la producción, como instalaciones de uso de personal y vías de acceso. Aquí se muestra lo actual dela empresa.

Vías de acceso:

La empresa industrias Humcar S.A.S cuenta con tres vías de acceso la cual dos sirven para cargue de producto terminado y descargue de materia prima y dos para acceso del personal, esta se pueden ver en la figuras 9, a continuación se muestra los símbolos Utilizados par especificar cada acceso:

- **Círculo Rojo:** Este acceso es utilizado para entrada de del personal administrativo y para cliente la cual va al segundo piso de la empresa.
- **Círculo verde:** En este tiene acceso el personal de producción.
- **Circulo Azul:** En este hay acceso de materia prima y salida de producto terminado.
- **Rectángulo verde:** Este son los ascensores utilizados para subir y bajar materia.

Instalaciones para uso de personal:

- **Triangulo amarillo:** En está el aparcamiento de los camiones que cargan y descargan material estas se encuentran en la parte externa de la empresa. Ver figura 25
- **Estrella de cuatro puntas:** se encuentra los vistiere los baños unisex, y los comedores. Ver figuras 25 y 26.

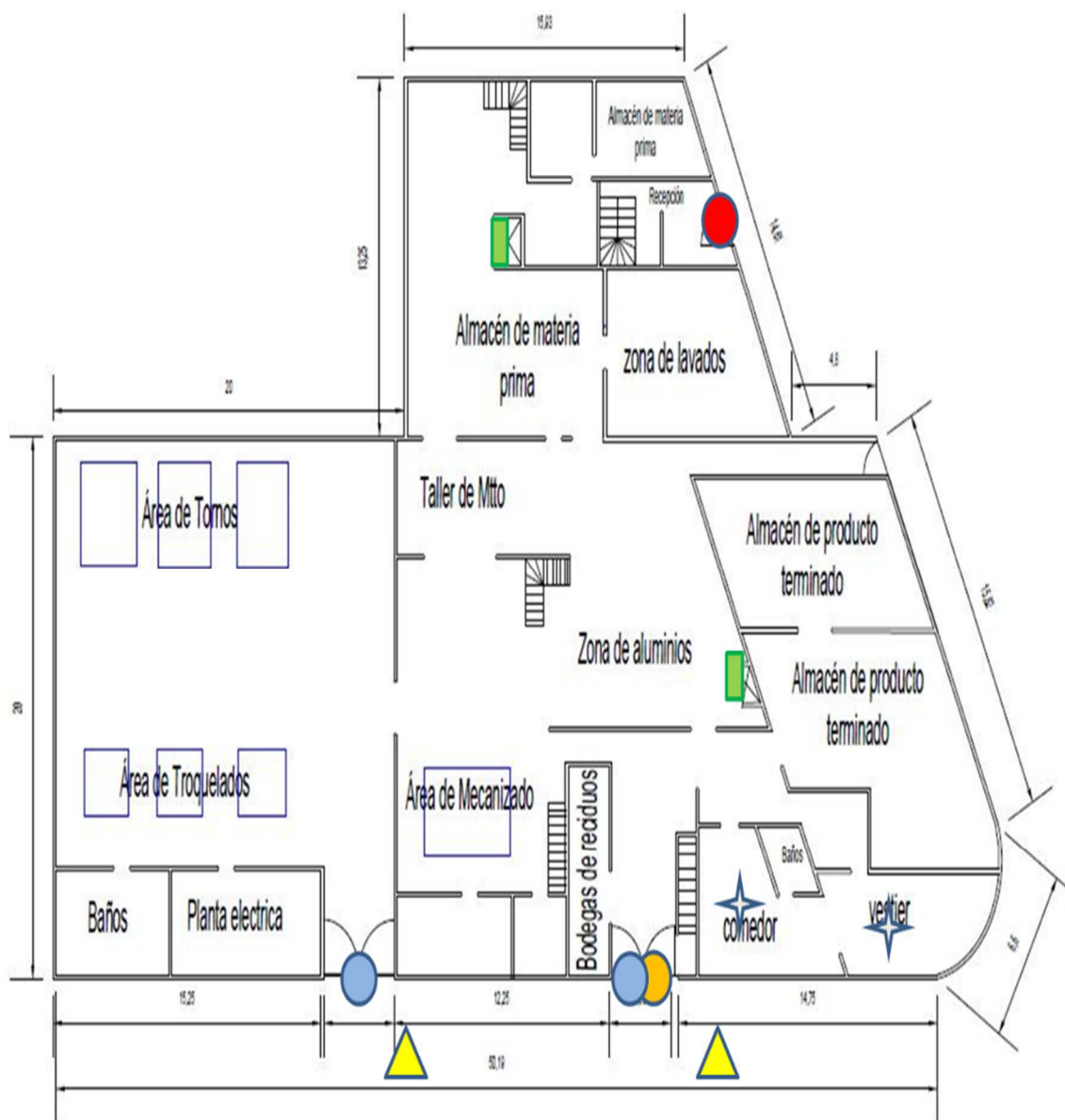


Figura 25. Planos piso 1. Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s

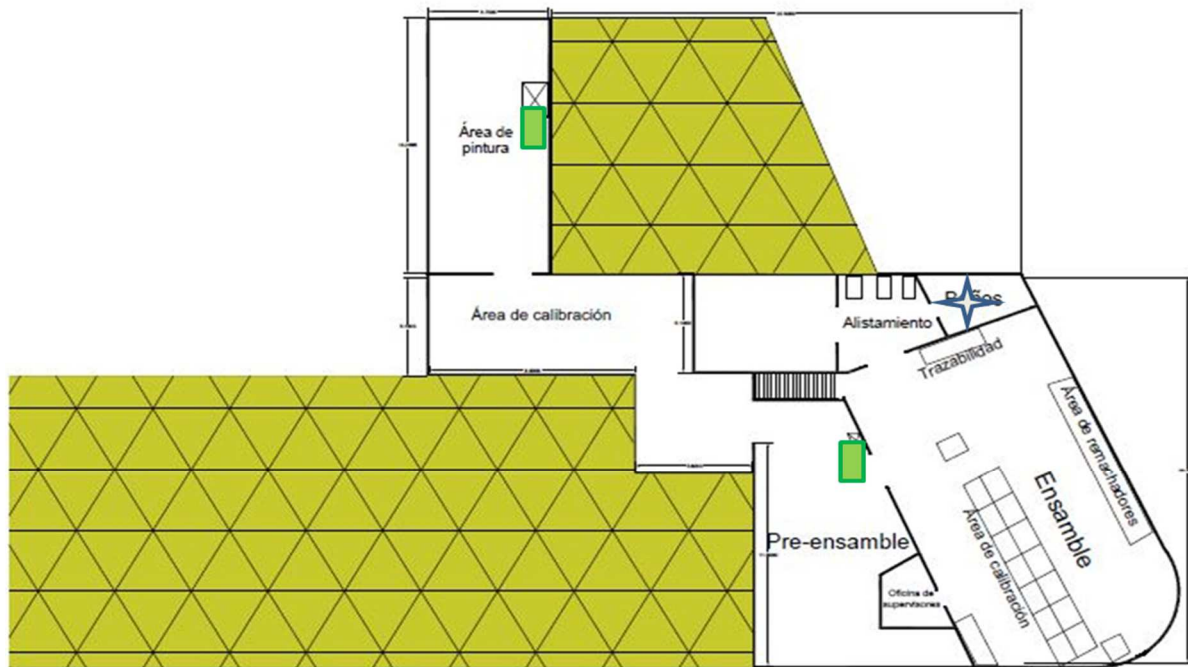


Figura 26. Planos piso 2. Autoría propia a partir de datos de la empresa Industrias Humcar s.a.s.

6.1.7. Factor 7- edificio.

La empresa cuenta con 3 pisos, en el primer piso se encuentra lo de mecanizado, lavado, almacenamiento, torneado, troquelado; en el segundo nivel se encuentra el área de admiración, ventas, compras, área de calidad, laboratorio y en el tercer nivel esta la parte de ensamble, pre-ensamble, pintado calibración y empaque, este cuenta con buena ventilación lo que le falta es iluminación. La empresa cuenta con un área total de 2936 M² entre los tres pisos.

6.1.8. Factor 8- cambio.

La empresa no está lista para un cambio pero si se encuentra la posibilidad de aumentar el ensamble de reguladores y reducir costos, está dispuesta a redistribuir esta área para mejorar, se puede realizar cambios en mover maquinaria pero no se puede cambiar la infraestructura, lo único sería expandir con compra de propiedades alrededor.

6.2. Diagnostico 5s Humcar



A partir del método de visualización en la empresa industrias Humcar S.A.S y llenado los siguientes formatos se puede saber cómo está la empresa en la implementación de la 5s, esta se evalúa de forma binaria el cual si es 1 y no es 0.

Tabla 10.

Diagnóstico la primera S (Clasificar)

Separar lo necesario de lo innecesario		
#	S1=Seiri=Clasificar	SI
1	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?	1
2	¿Hay materias primas, semi elaborados o residuos en el entorno de trabajo?	1
3	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?	1
4	¿Están todos los objetos de uso frecuente ordenado, en su ubicación y correctamente identificado en el entorno laboral?	1
5	¿Están todos los objetos de medición en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?	1
6	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?	0
7	¿Está todo el mobiliario: mesas, sillas, armarios ubicados e identificados correctamente en el entorno de trabajo?	1
8	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?	0
9	¿Existen elementos inutilizados: papeles herramientas, útiles o similares en el entorno de trabajo?	0
10	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?	0
Puntuación		6

Nota: en estas tablas se muestra como está la empresa en la clasificación o en el orden de lo que se necesita y lo innecesario en la zona de ensamble. Les hace falta clasificar las área adecuadas para metería prima en proceso y producto terminado hay que mejorar.

Estado actual	Estado propuesto
	
<p>Figura 27. Seiri actual. Fotografía tomada por autor</p>	<p>Figura 28. Seiri propuesto. (carretillero, 2019)</p>


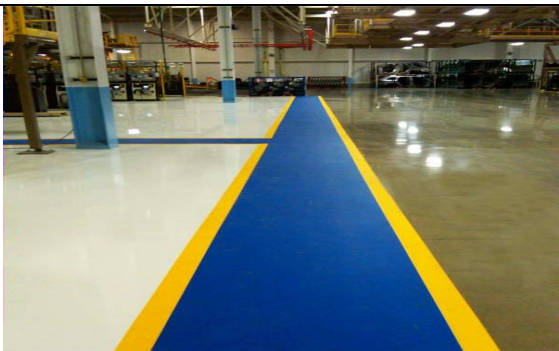
La propuesta es mejorar el almacenamiento de material en proceso del producto terminado y así mismo de los pasillos de transporte de material.

Tabla 11.

Diagnóstico de la segunda S (Ordenar)

"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"		
#	S2=Seiton=Ordenar	SI
1	¿Están claramente definidos los pasillos, áreas de almacenamiento, lugares de trabajo?	0
2	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?	0
3	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?	1
4	¿Están todos los materiales, palets, contenedores almacenados de forma adecuada?	0
5	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del elemento de extinción de incendios más cercano?	0
6	¿Tiene el suelo algún tipo de desperfecto: grietas, sobresalto...?	1
7	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?	1
8	¿Tienen los estantes letreros identificatorios para conocer que materiales van depositados en ellos?	0
9	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	1
10	¿Hay líneas blancas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?	1
Puntuación		5

Nota: en esta tabla se muestra que tan ordenada esta la empresa con la frase cada cosa en su lugar y cada lugar para cada cosa. A la empresa todavía le falta delimitar bien las áreas de transporte de material y que estés es muy estrecho para caminar dos personas al mismo tiempo.

Estado actual	Estado propuesto
	
<p>Figura 29. Seiton actual. Fotografía tomada por autor</p>	<p>Figura 30. Seiton propuesto. (BAROIG, 2019)</p>



La propuesta es delimitar bien los puestos de trabajo el cual les falta demarcarlo con una cinta amarilla para separar los puestos de trabajo, el material en proceso y el área de transporte.

Tabla 12.

Diagnóstico de la tercera S (Limpiar)

"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"		
#	S3=Seiso=Limpiar	SI
1	¡Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	0
2	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?	0
3	¿Está la tubería tanto de aire como eléctrica sucia, deteriorada; en general en mal estado?	0
4	¿Está el sistema de drenaje de los residuos de tinta o aceite obstruido (total o parcialmente)?	0
5	¿Hay elementos de la luminaria defectuosos (total o parcialmente)?	0
6	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?	1
7	¿Se limpian las máquinas con frecuencia y se mantienen libres de grasa, virutas...?	1
8	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?	1
9	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?	1
10	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?	1
Puntuación		5

Nota: en esta tabla se muestra que tan limpia es la empresa y que ordenados son el empleado en su zona de trabajo, la cual es la área de ensamble. Le falta un poco de iluminación ya que la hora de que entran los de la noche no hay comodidad para la vista y hay que esforzar la vista.

Estado actual	Estado propuesto
 <p>Figura 31. Seiso actual. Fotografía tomada por autor</p>	 <p>Figura 32. Seiso propuesto. (s.n., Alibaba, 2019)</p>



La propuesta es que cada puesto de trabajo tenga su luz propia para tener buena vista de lo que se está haciendo en el proceso.

Tabla 13.

Diagnóstico de la cuarta s (Estandarizar)

Eliminar anomalías evidentes con controles visuales		
#	S4=Seiketsu=Estandarizar	SI
1	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?	0
2	¿Las diferentes áreas de trabajo tienen la luz suficiente y ventilación para la actividad que se desarrolla?	1
3	¿Hay algún problema con respecto a ruido, vibraciones o de temperatura (calor / frío)?	0
4	¿Hay alguna ventana o puerta rota?	0
5	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?	0
6	¿Se generan regularmente mejoras en las diferentes áreas de la empresa?	1
7	¿Se actúa generalmente sobre las ideas de mejora?	0
8	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?	0
9	¿Se consideran futuras normas como plan de mejora clara de la zona?	1
10	¿Se mantienen las 3 primeras S (eliminar innecesario, espacios definidos, limitación de pasillos, limpieza)?	0
Puntuación		3

Nota: en la tabla se ve cómo está la empresa es la parte de estandarización o controles visuales. Les falta mejorar en ordenar la metería prima ya que se ve regada en el puesto de trabajo, la cual da mal imagen y desorden por parte del ensamblador.

Estado actual	Estado Propuesto
 <p>Figura 33. Seiketsu actual. Fotografía tomada por autor.</p>	 <p>Figura 34. Seiketsu propuesto. (s.n., Production Tools, 2019)</p>



La propuesta es tener contenedores o cajas que puedan mantener las piezas en su lugar ya que al regar todas estas piezas en la mesa se ve desordenado y es incómodo para trabajar.

Tabla 14.

Diagnóstico de la quinta s (Disciplina)

“Hacer el hábito de la obediencia a las reglas”		
#	S5=Shitsuke=Disciplinar	SI
1	¿Se realiza el control diario de limpieza?	0
2	¿Se realizan los informes diarios correctamente y a su debido tiempo?	0
3	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?	1
4	¿Se utiliza el material de protección para realizar trabajos específicos (, casco...? Etc)	1
5	¿Cumplen los miembros de la comisión de seguimiento el cumplimiento de los horarios de las reuniones?	1
6	¿Está todo el personal capacitado y motivado para llevar a cabo los procedimientos estándares definidos?	0
7	¿Las herramientas y las piezas se almacenan correctamente?	0
8	¿Se están cumpliendo los controles de stocks?	1
9	¿Existen procedimientos de mejora, son revisados con regularidad?	1
10	¿Todas las actividades definidas en las 5S se llevan a cabo y se realizan los seguimientos definidos?	0
Puntuación		5

Nota: en la tabla se muestra que tan disciplinados son los empleados en acatar las normas y en cumplir las 5s al pie de la letra. Les falta ser ordenados en el área de ensamble con la parte de herramientas, la cual se evidenciaba que dejaban las mismas en el puesto cuando no estaban la cual debe esta guardadas para que no se pierdan.

Estado actual	Estado propuesto
	
<p>Figura 35. Shitsuke actual. <i>Fotografía tomada por autor</i></p>	<p>Figura 36. Shitsuke propuesto. <i>(Apmen, 2019)</i></p>

La propuesta es poder tener cajas de herramientas que pueda ordenar la herramienta en un solo lugar y que sean fáciles de encontrar.

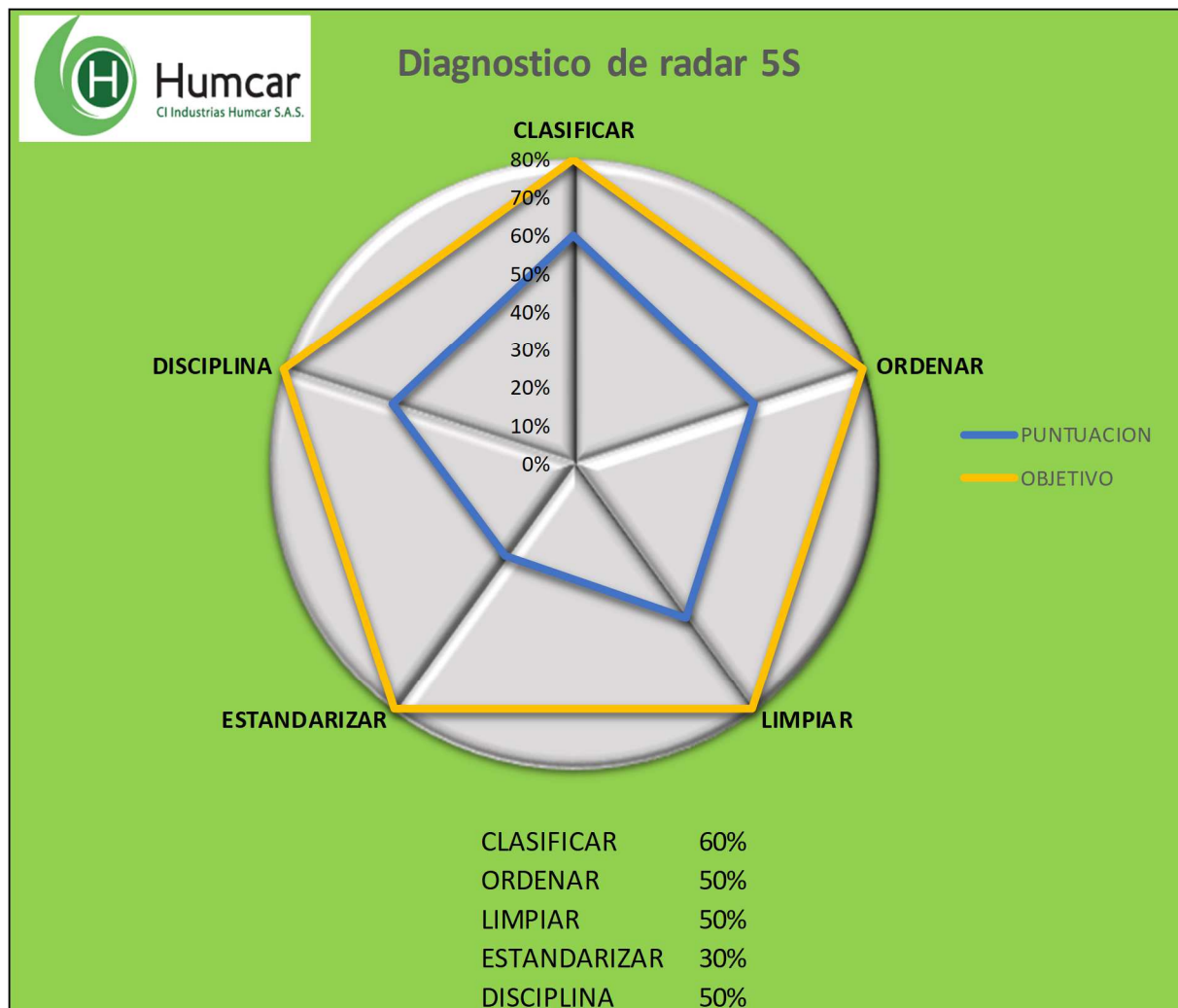


Figura 37. Radar de las 5s en Industrias Humcar S.A.S. Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s.

En la figura 37 se ve en el radar los resultados del estudio de las 5S el cual los resultados fueron que en disciplina tuvieron un puntaje del 50% el cual se ve que faltan ser más disciplinados con las reglas establecidas en la área de ensamblé, el que sigue con el 60% es calificar el cual no es muy bueno el resultado ya que son un poco desordenados porque hay material donde no debe estar o también hay innecesarios, en ordenar y limpiar hay un porcentaje del 50% esto indica que son desordenados y falta hacer un poco de limpieza y para terminar la área de estandarización falta un poco más, ya que faltan control visual y mejorar más en las tres primeras s este tuvo una puntuación del 20% al empresa le falta implementar más en las 5 para poder tener un puesto de trabajo ordenado limpio y estandarizado, el objetivo es poder llegar al 80% como mínimo.

6.3. Diagrama de flujo de proceso actual

Tabla 15.

Diagrama de flujo de proceso ensamble R203

Ubicación: Industrias Humca s.a.s		Resumen						
Actividad: ENSAMBLE R 203		Evento	Presente					
Fecha: 21/08/29		Operación	16					
metodo:		Transporte	11					
Actual		Retrasos	1					
Propuesto		Inspeccion	2					
Tipo:	Trabajador	Inspeccion y operación	1					
	Material	Almacenamiento	1					
	Maquina							
comentario:		Tiempo (seg)	196,05					
		Distancia (mtrs)	60,8					
Descripcion	Simbolo						Tiempo (segundos)	Distacia (mtrs)
	○	⇒	D	□	⊗	▽		
Alistamiento de matrial para ensamblar	●							
Esperar un elevador			●					
Mover material mediante un carro	●							
Soplado de base	●					4,25		
Soplado de diafragma	●					3,18		
Colocar diafragma a base	●					9,1		
Remachar tapa y base					●	18,7		
Mover material mediante un carro	●						2	
Colocar resorte y tapa interior	●					9,08		
Colocar malla y filtro	●					7,59		
Mover material mediante un carro	●						20	
Calibracion punto ajuste e histeresis	●					7,5		
Mover material mediante un carro	●						1	
Bloqueo de minima y presion	●					26,6		
Capacidad de flujo	●					9,9		
Valvula de alivio	●					33,3		
Mover material mediante un carro	●						6,9	
Hermeticidad y malla venteo	●					32,59		
Colocar esticker de calidad	●					7,09		
Colocar stiker tapa	●					7,41		
Mover material mediante un carro	●						4,1	
Marcacion con tinta trazabilidad	●					4,3		
Mover material mediante un carro	●						14,5	
pre-certificacion(por lote)					●			
Mover material mediante un carro	●						5,1	
Colocar tapon de entrada y salida	●					9,1		
Mover material mediante un carro	●						1	
certificacion					●			
Mover material mediante un carro	●						6,2	
Empaque producto	●					6,36		
Mover material mediante un carro	●							
Almacenamiento de producto terminado					●			

Nota: en esta tabla se muestra el recorrido en metro y la duración de cada proceso en la área de ensamble el sistema de producción de en la área de ensamble es por lote el cual es de 700 unidades a fabricar.

En la figura 38 se aprecia el VSM de Industrias Humcar S.A.S. el cual con este se apoyó para saber en qué punto del proceso de ensamble el regulador R203 tiene tiempos que no atribuyen valor agregado al producto final, en esta grafica se visualiza todo el proceso que tiene que realizar el regulador estudiado, en tabla 18 se explica los tiempos de ciclo y también la pérdida de tiempo con más explicación.

7. Propuesta de mejora

7.1. Análisis PQ 1

Tabla 16.

PQ1 Productos representativos y menos representativos en la gama de reguladores de Industrias Humcar S.A.S.

Producto	Cantidad	% Participación	% Acumulado
REGULADORES R203	262.042 Und	37,24%	37,24%
REGULADORES R7 UPSO	195.820 Und	27,83%	65,07%
REGULADORES R4	81.565 Und	11,59%	76,66%
REGULADORES R7	46.868 Und	6,66%	83,32%
REGULADORES R10	31.701 Und	4,51%	87,83%
REGULADORES R6	29.481 Und	4,19%	92,02%
REGULADORES R2ET	28.487 Und	4,05%	96,07%
REGULADORES RCABP	18.040 Und	2,56%	98,63%
REGULADORES R100	3.448 Und	0,49%	99,12%
REGULADORES R50	1.657 Und	0,24%	99,35%
REGULADORES R25	1.240 Und	0,18%	99,53%
REGULADORES OPSO	1.116 Und	0,16%	99,69%
REGULADORES PILOTADOS	881 Und	0,13%	99,81%
REGULADORES R30	862 Und	0,12%	99,94%
REGULADORES ALTA PRESIÓN	442 Und	0,06%	100,00%
Totalidad	703.650 Und	100,00%	

Nota: En esta tabla se muestra los productos más representativos de la empresa Industrias Humcar S.A.S. en el año 2018.

Al realizar un análisis PQ a través de un Pareto para realizar la propuesta de mejoramiento se analizó los productos más representativos en la serie de reguladores fabricados por Humcar S.A.S, la cual se representan en la figura 39, en primer lugar está el regulador al que se le va realizar la propuesta de diseño en la área de ensamble que es R203, Y al realizar el Pareto del 80% de los más representativos y 20% los menos representativos, se evidencio que los que le sigue en los más representativos es el R7 UPSO y el R4.

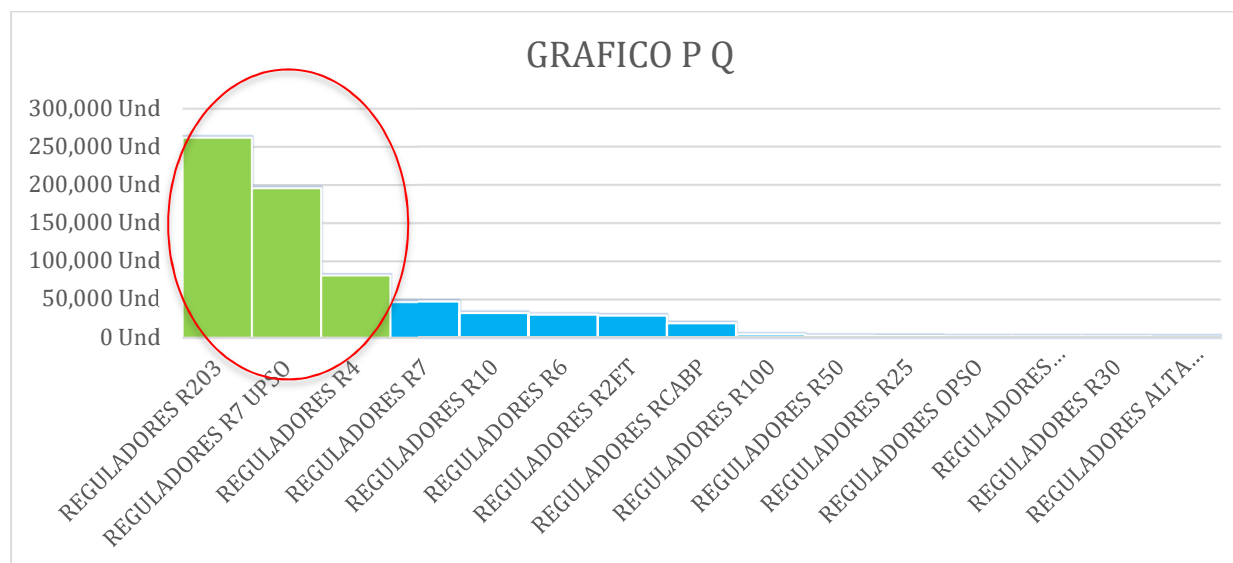


Figura 39. Pareto PQ productos representativos Industrias Humcar S.A.S. Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s.

7.2. Análisis PQ2

Tabla 17.

PQ2 Productos representativos y menos representativos en la gama de reguladores de Industrias Humcar S.A.S.

Producto	Cantidad	% Participación	% Acumulado
REGULADORES R203	262.042 Und	51,60%	51,60%
REGULADORES R4	81.565 Und	16,06%	67,66%
REGULADORES R7	46.868 Und	9,23%	76,89%
REGULADORES R10	31.701 Und	6,24%	83,13%
REGULADORES R6	29.481 Und	5,81%	88,94%
REGULADORES R2ET	28.487 Und	5,61%	94,55%
REGULADORES RCABP	18.040 Und	3,55%	98,10%
REGULADORES R100	3.448 Und	0,68%	98,78%
REGULADORES R50	1.657 Und	0,33%	99,11%
REGULADORES R25	1.240 Und	0,24%	99,35%
REGULADORES OPSO	1.116 Und	0,22%	99,57%
REGULADORES PILOTADOS	881 Und	0,17%	99,74%
REGULADORES R30	862 Und	0,17%	99,91%
REGULADORES ALTA PRESIÓN	442 Und	0,09%	100,00%
Totalidad	507.830 Und	100%	

Nota: En esta tabla se muestra un nuevo análisis de Pareto al omitir el regulador R7 upso, realizando un análisis completamente diferente salió en esta tabla el resultado aquí visto los productos más representativos de la empresa Industrias Humcar S.A.S. en el año 2018.

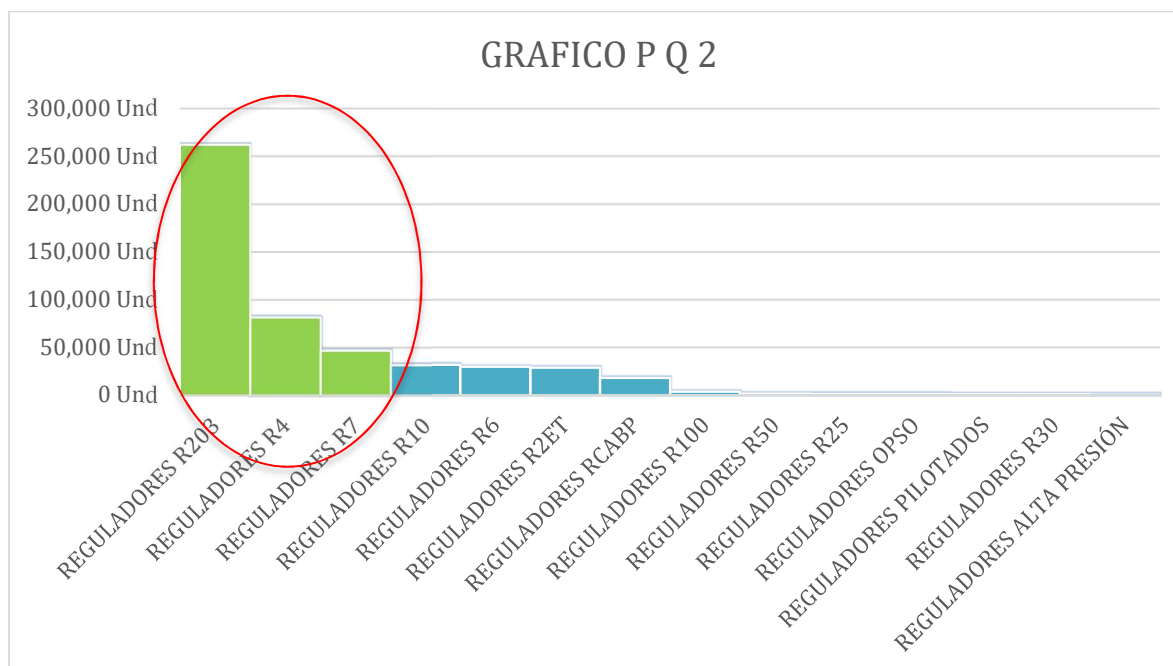


Figura 40. Pareto PQ2 productos representativos Industrias Humcar S.A.S. Autoría propia a partir de datos de la empresa Humcar s.a.s.

Al realizar el PQ2 el cual se omitió el regulador R7 upso porque al realizar el análisis el diagrama de recorrido se evidencio, que este regulador tiene un proceso muy diferente a los otros. En la figura 40 se puede apreciar que al omitir este regulador, se obtuvo un nuevo 80% el cual lo conforma el R203, R7 Colombia y el R4 Colombia

7.3. Células de manufactura en U

A continuación se muestra las figuras 41, 42, y 43 donde se muestra la propuesta de los reguladores R203, R4 Y R7 Colombia al analizar los proceso de estos tres reguladores se puede realizar una secuencia de proceso muy parecida o se puede utilizar la misma secuencia en U para estos tres reguladores.

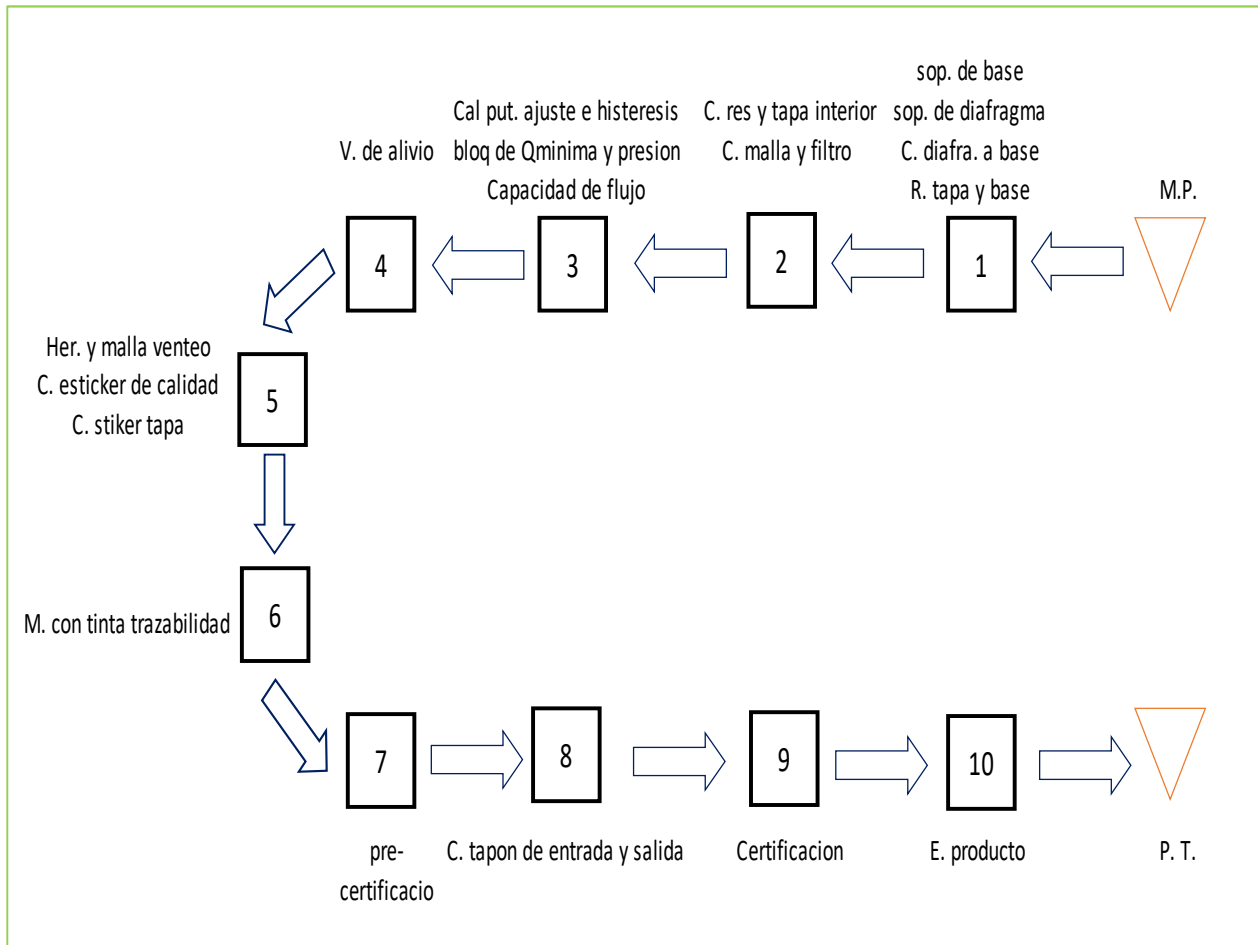


Figura 41. Célula en U propuesta R203. Autoría propia.

En la figura 41 se puede apreciar la célula en U, de acuerdo con el sistema de producción justo a tiempo es el más adecuado para implementar en la área de ensamble del regulador R203, con el objetivo de no tener costos de calidad y mejorarla continuamente, pero para tener una buena calidad hay que empezar disminuyendo el inventario, ya que al tener estos inventarios excesivo, no se puede controlar la calidad del producto final, con esta estrategia y manejando adecuadamente el stock de seguridad se puede asegurar un producto de calidad para los clientes, ya ciado este el regulador más representativo para la empresa Industrias Humcar S.a.s

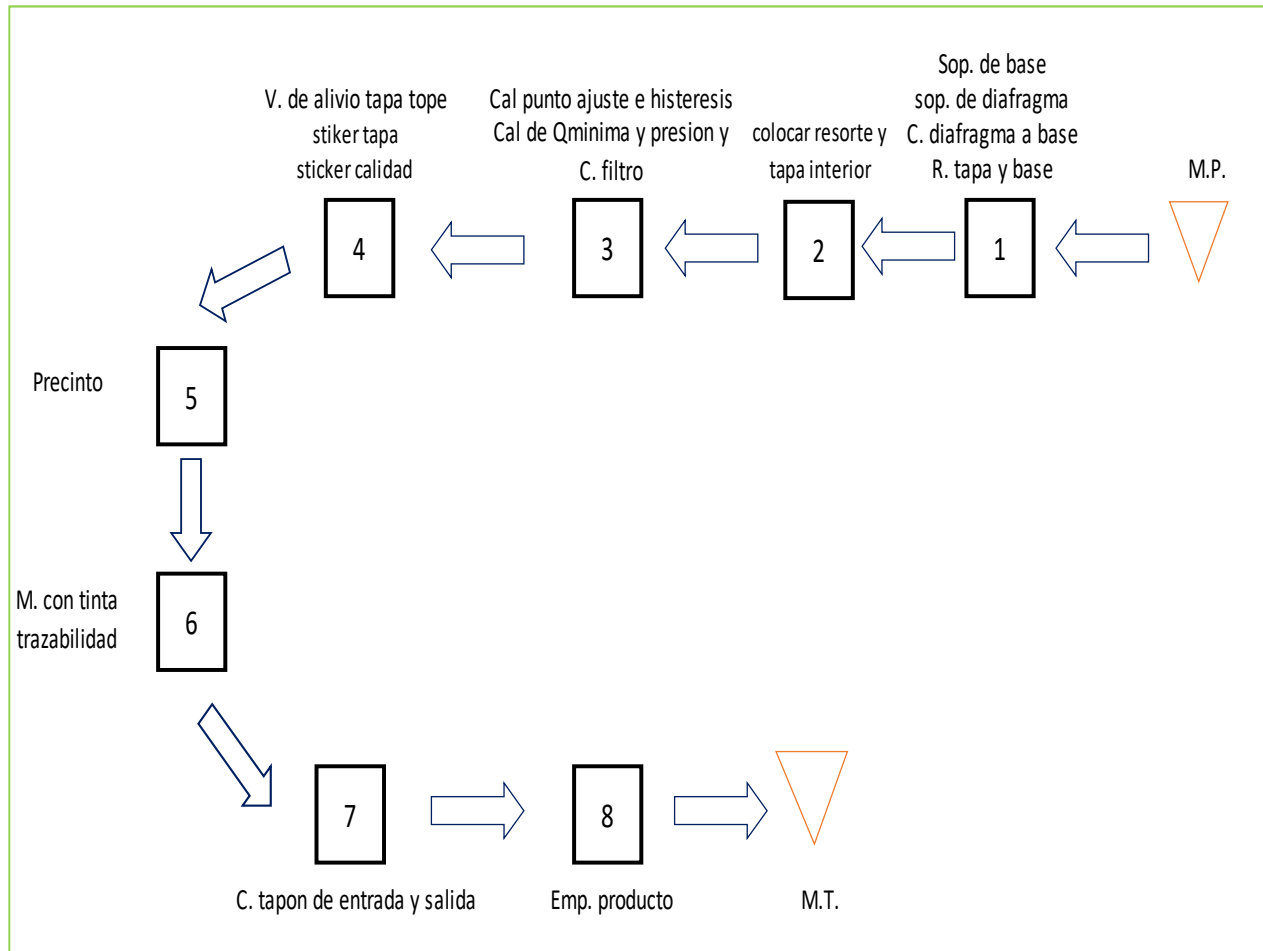


Figura 42. Célula en U propuesta R4. Autoría propia.

En la figura 42 se muestra la célula en U del regulador R4 Colombia el cual tiene una secuencia muy parecida al del regulador representativo de la compañía el R203, al realizar un adecuado sistema de justo a tiempo se puede reducir costos de calidad y reducir el inventario, manteniendo un adecuado stock de calidad pueden seguir mejorando en su calidad, más de lo es en la actualidad.

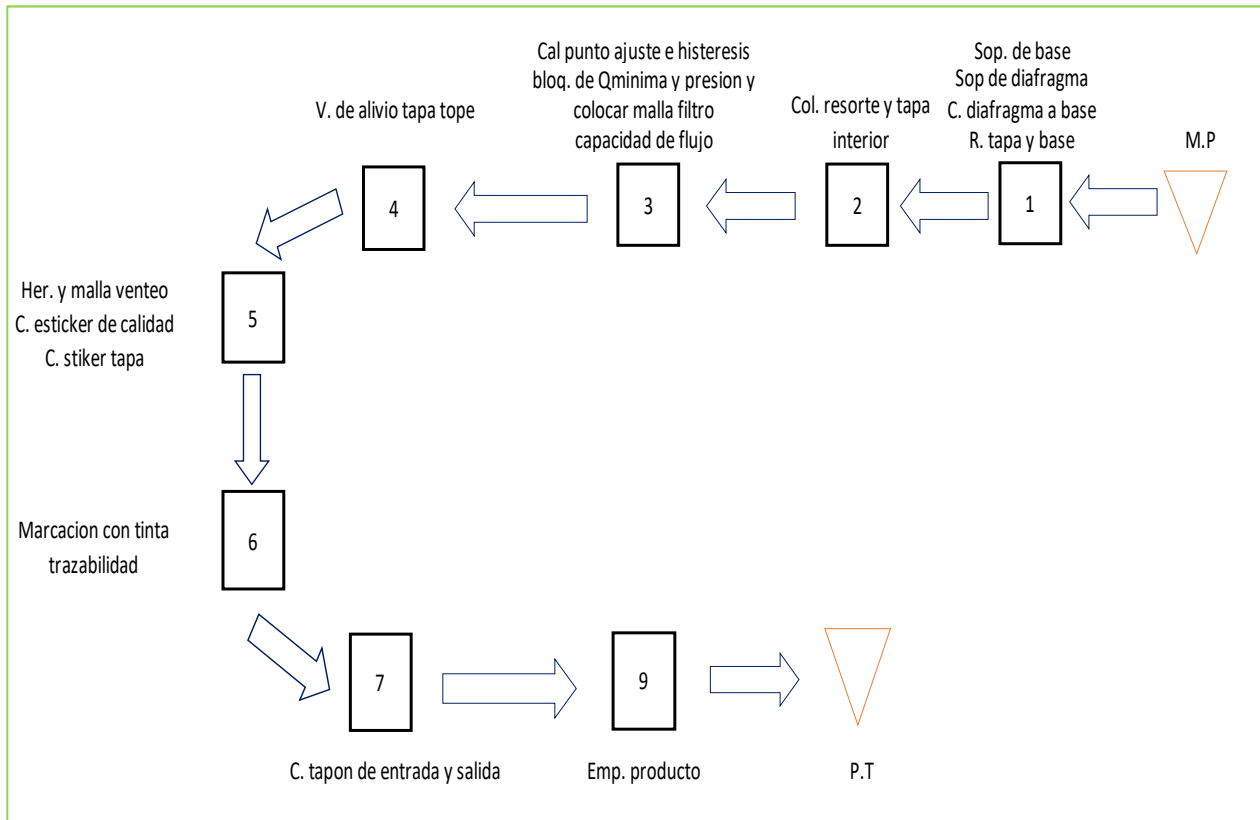


Figura 43. Célula en U propuesta R7. Autoría propia.

En la figura 43 se ve la célula en U, de la tercera referencia más representativa de la empresa, esta entre el 80% del análisis PQ2 de los reguladores de gas más producidos y también teniendo en cuenta que los proceso de ensamble es el mismo, se propone una estrategia de Justo a tiempo. Con el objetivo de realizar una mejora continua.

7.4. Diagrama multicolumna propuesto

Operacion		R203	R4	R7
	Soplado de base	1	1	1
	Soplado de conjunto diafragma	2	2	2
	Colocar diafragma a base	3	3	3
	Remachar tapa y base	4	4	4
	Colocar resorte y tapa interior	5	5	5
	Colocar malla filtro	6	6	6
	Calibracion punto ajuste e histeresis	7	7	7
	Capacidad de flujo	8	8	8
	bloqueo Qminimo y vibracion	9	9	9
	Valvula de alivio y colocar tapa tope	10	10	10
	Hermeticidad y malla venteo	11		11
	Colocar stiker tapa	12	11	12
	Colocar stiker de calidad	13	12	13
	Precinto		13	
	Marcacion inyectora	14	14	14
	Pre-certificacion	15		
	Colocar tapon de entrada y salida	16	15	15
	Certificacion producto	17		
	Empaque	18	16	16
# de pasos	Total	R203	R4	R7
# de pasos reales	50	18	16	16
# pasos minimos	50	18	16	16
$EFICIENCIA = \frac{\sum MINIMAS}{\sum REALES} * 100$				100

Figura 44. Diagrama multicolumna propuesto. Autoría propia.

En la figura 44 se evidenciar el diagrama multicolumna de la propuesta de mejoramiento para el proceso de ensamble del regulador R203, R4 y el R7 donde se aprecia que al realizar la célula en U tiene el beneficio de tener procesos continuos y sin desorden reduciendo los recorridos innecesarios y poder aumentar la cantidad de piezas a ensamblar, su eficiencia de esta célula es del 100%.

7.5. Célula en U unificando los reguladores R203, R4 Col, R7 Col

Al realizar una celda en U de proceso para realizar la propuesta, se escogió realizar una célula en u el cual como su nombre lo indica es una serie de procesos que esta compuestos en forma de u, el cual es utilizado en procesos semi-automatizados o completamente manuales, también sirve para reducir distancias entre procesos.

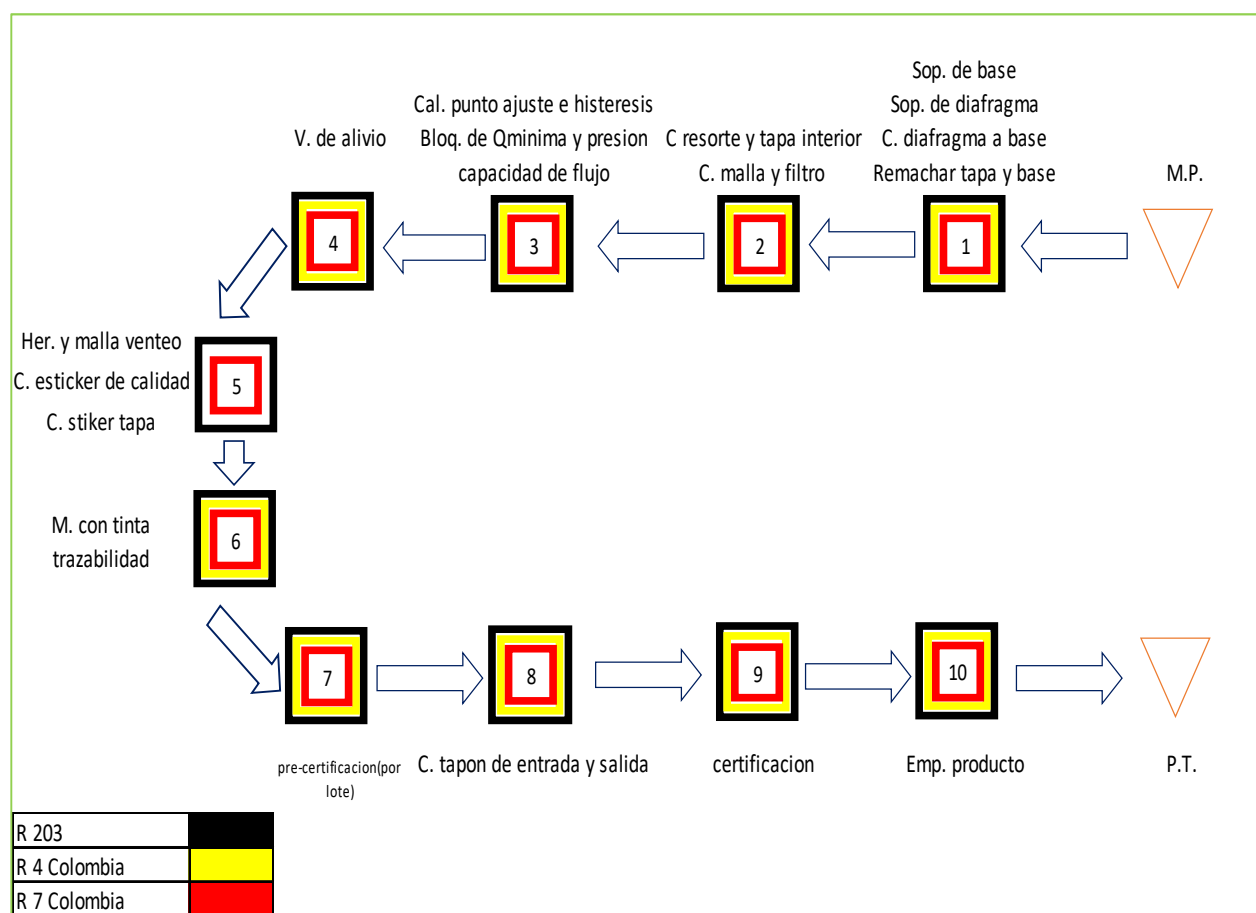


Figura 45. Célula en U unificada de los Reguladores R203, R4Col y R7Col. Autoría propia.

En la figura 45 se puede observar la célula en U de los proceso de ensamble, el cual está el regulador R203 por este motivo se le está realizado esta propuesta de mejoramiento de

distribución , en esta celda se podrá ensamblar el regulador R4 Col y el R7 Col de manera que tienen un proceso de ensamble parecido, en esta celda en U se puede realizar las tres referencias sin ningún problema, con el objetivo de reducir recorridos y organizar el sitio de ensamble, teniendo en cuenta la estrategia del justo a tiempo.

Para su aprovisionamiento se propone que una persona se encargue de ser patinador o proveedor de materia prima, lo cual consiste en provisionar cada puesto de ensamble en el momento que lo necesite o demande, teniendo en cuenta de no dejar de abastecer, porque esto ocasionaría graves problemas al paro de armar un producto.

7.6. Estrategia SMED

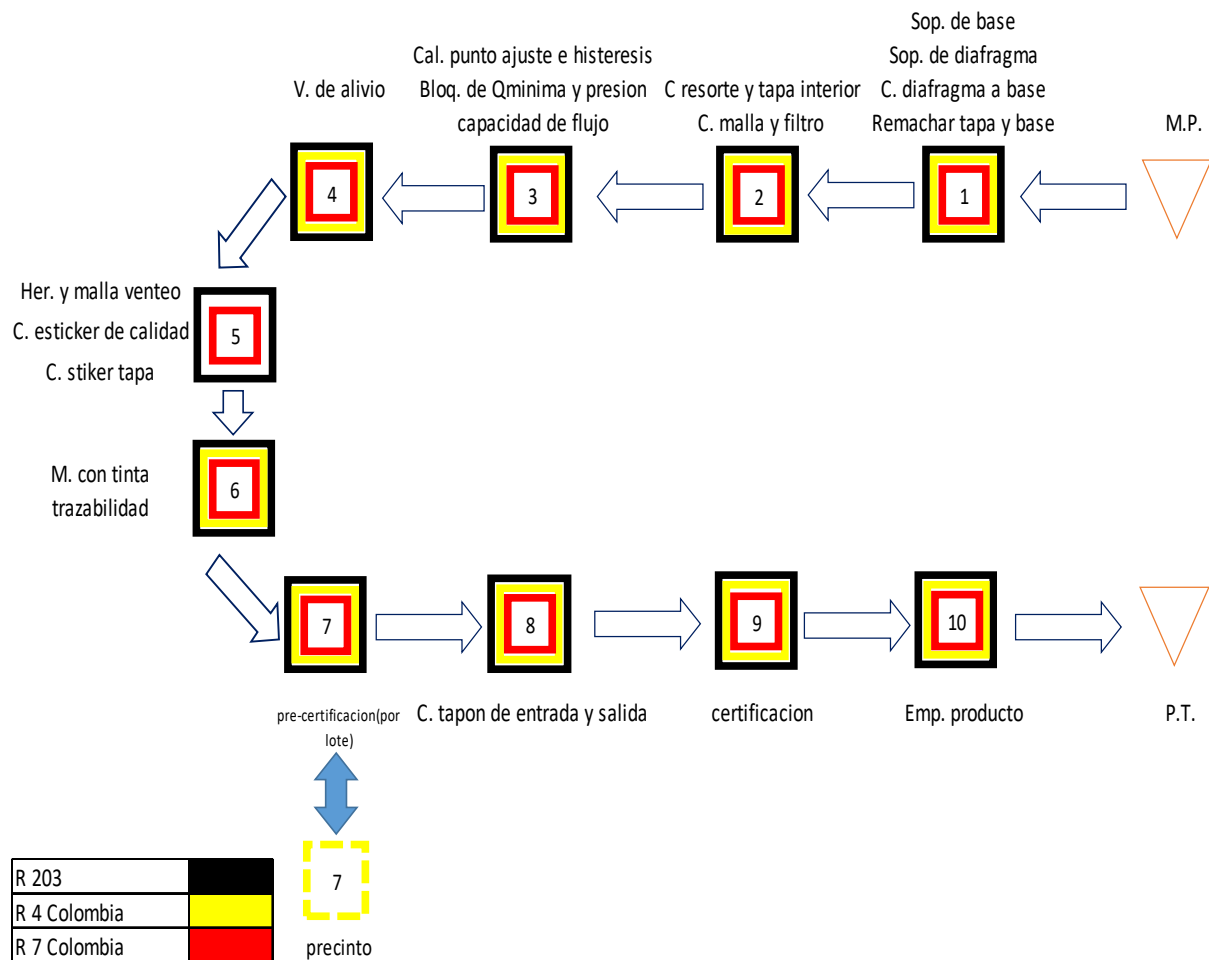


Figura 46. Estrategia SMED. Autoría propia.

El regulador más representativo de Industrias Humcar es el R203 el cual para fabricar otras referencias como el R7 y el R4. En la figura 46 se aprecia el método de las ruedas giratorias el cual al utilizar una célula en U se puede llevar a cabo el proceso de ensamble de otras referencias diferentes al R203 el cual al utilizar este método podemos transformar la celda del R203 para ensamble del R4 Col Y el R7 Col, al analizar el método de las ruedas giratorias se realizara el método SMED el cual consiste en cambiar una herramienta de trabajo en menos de un minuto, este se realizaría al proceso de colocar precinto, de que tal forma se cambiara por el proceso de pre certificación.

7.7. Identificación de cuellos de botella

En la figura 47 se muestra cuellos de botella en tres puesto, este está representado por medio de chispas amarillas las cuales son: el proceso de hermeticidad y calibración válvula de alivio.

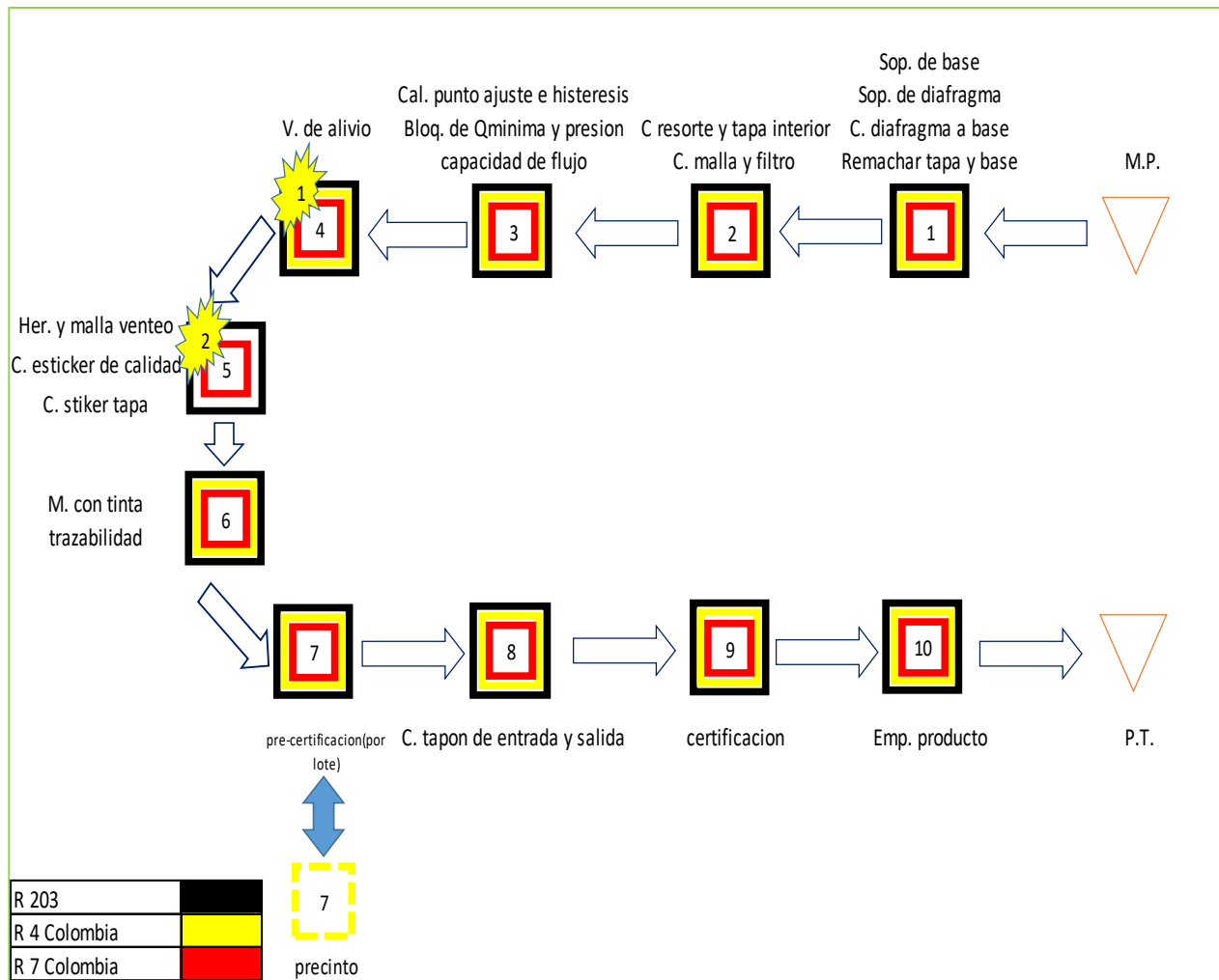


Figura 47. Identificación de cuellos de botella. Autoría propia.

En la figura 47 se muestra chispas que significa los procesos cuellos de botella del área ensamble, el cual a continuación se plantea que procesos son los más demorados de esta área y que estrategias se pueden ejecutar en un futuro:

1. Válvula de alivio: este proceso se realiza es 33.30 segundos, el cual es uno de los procesos más demorado y con más tiempo en desarrollarse.

Estrategia: para reducir este tiempo hay que poner a trabajar a dos operarios en el mismo proceso o también realizar un diseño de semi-automatización con la empresa Mope el cual esta es la que le ha fabricado su máquina, al realizar esto puede disminuir el tiempo del proceso de calibración de válvula, disminuir el error humano y eliminar el movimiento de muñeca que debe realizar el operario en este proceso el cual puede ocasionar daños a futuro.

2. Hermeticidad: en este proceso la empresa está comenzando semi-automatizar este proceso el cual realiza esta actividad en el mismo tiempo pero con cuatro reguladores al mismo tiempo

Estrategia: es realizar este proceso para todas las referencias con la finalidad de acabar el proceso de hermeticidad por presión y sumergiéndolo en agua para verificar la hermeticidad este solo se puede uno por uno, pero al utilizar esta máquina para para varias líneas se podrá disminuir tiempo y aumentar el ensamble de reguladores.

7.8. Polivalencia:

En la zona de ensamble los operarios de la maquinaria de cada referencia saben realizar trabajos varios el cual van tomando experiencia al pasar el tiempo. Con este Ítem la planta puede ser flexible y no utilizar toda su capacidad ya que los operarios pueden hacer de todo, el objetivo es que los trabajadores estén dispuestos a cualquier cambio de cantidad de órdenes inesperado, para seguir con este objetivo la empresa Industrias Humcar S.A.S. debe motivar al empleado. Con la velocidad con que avanza la industria el objetivo es tener empleado que sean polivalentes, con la finalidad que ellos respondan con agilidad, el cual esto le da un valor añadido al producto y puede hasta reducir costos de personal.

7.9. Comparación del VSM y diagrama flujo de procesos

Tabla 18.

Análisis de VSM y diagrama flujo de procesos (propuesta)

Operación del proceso	Tiempo de actividades sin valor agregado
Soplado de base	0,65Horas
Soplado de conjunto diafragma	0,67Horas
Colocar diafragma a base	1,76Horas
Remachar tapa y base	3,73Horas
Colocar resorte y tapa interior	1,87Horas
Colocar malla filtro	1,47Horas
Calibración punto ajuste e histéresis	6,36Horas
Válvula de alivio	6,47Horas
Capacidad de flujo	1,92Horas
bloqueo Mínimo y vibración	5,17Horas
Colocar sticker tapa	1,44Horas
Colocar sticker de calidad	1,37Horas
Hermeticidad y malla venteo	1,57Horas
Marcación inyectora	6,36Horas
Pre certificación	0,33Horas
Colocar tapón de entrada y salida	4,99Horas
Certificación producto	1,77Horas
Devoluciones	0,66Horas
Empaque	1,99Horas
Tiempo Total de actividades que no dan valor	50,55Horas
Tiempo promedio por regulador R203 con actividades que no dan valor	259,97Segundos
Tiempo para ensamblar un regulador R203	196,05Segundos
Tiempo promedio que no da Valor por regulador R203	63,92Segundos

Nota: Tabla de resultados al realizar mejora continua. Autoría Propia

En la tabla 19 se muestra la reducción de recorrido que ya no daría el material para ensamblar el regulador R203 el cual acaba tiempos muertos de transporte que no le dan ningún valor agregado al producto final, el cual se realizó una comparación con el VSM y el tiempo de

ensamble del regulador se pudo ver que al realizar la propuesta de quitar distancias entre operaciones se puede reducir el tiempo que no da valor al regulador, el tiempo de ensamblar el regulador R203 sin valor agregado contando recorridos que no dan valor es de 259.97Segundos por Regulador, el cual al realizar la propuesta de poner las maquinas consecutivamente se tomaría solo el tiempo de ensamble del regular el cual se reduce a 63.92 segundos y queda con un tiempo de 196.05 segundos por regulador.

Tabla 19.

Simulación piezas de más fabricadas

Tiempo actual	
Numero de operarios	1 Operarios
Tiempo de producción por unidad	0,071380556
Número de días trabajados	1
Horas de trabajo x día	1
unidades producidas	
14 unidades	
Tiempo propuesto	
Numero de operarios	1 Operarios
Tiempo de producción por unidad	0,054516667
Número de días trabajados	1
Horas de trabajo x día	1
unidades producidas	
18 unidades	

Nota: simulación de tiempo propuesto y aumento de unidades ensambladas regulador R203. Autoría propia.

En la tabla 20 se muestra la simulación de cuantas piezas de más podría fabricar cada operación en el tiempo de una hora, con la mejora se muestra que produce 18 reguladores en una hora, la cual al no tener esa mejora se reduce a 14 por hora, el cual con la mejora produce cuatro unidades de más y aumenta la producción a 22.2%

En la figura 48 se muestra el VSM propuesto el cual se muestra que se eliminó el proceso de devoluciones, también al realizar la propuesta de disminuir recorridos, a comparación del original este redujo el tiempo de ciclo de los 700 unidades quitando las actividades que no da valor a 38.12 horas, el original era de 50.55 horas. A futuro la empresa puede usar este VSM para poder realizar mejora continua en sus procesos e ensamble.

7.10. Simulación en Flexsim

En la Figura 49 se muestra cómo quedaría la zona de ensamble para el regulador R203 el cual se modelo por medio del software Flexsim en su versión 2019 el cual se muestra la célula en U, en donde se muestra los proceso por donde pasaría el R203.

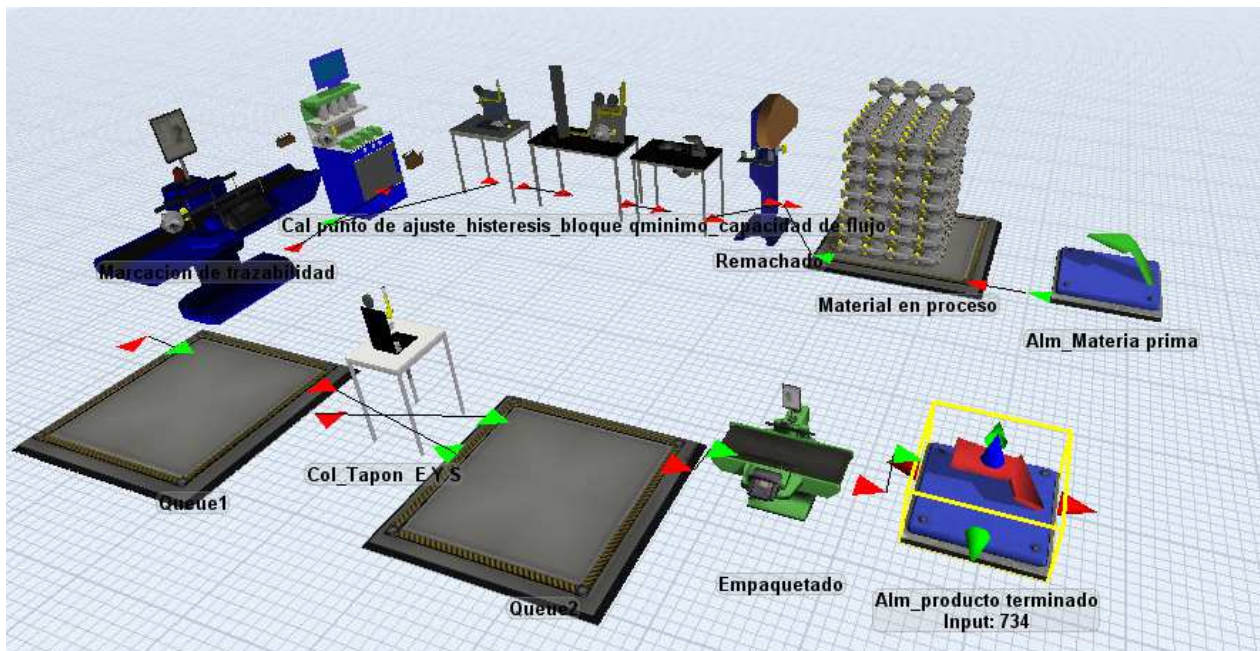


Figura 49. Célula en U Propuesta. Autoría propia a partir de software Flexsim 2019.

Al hacer correr el simulador de la propuesta se fabricaron 92 unidades por hora, el cual se ensamblan más unidades que el modelo original que es de 70 unidades por hora, por ese motivo se realizan planeaciones por lotes de 700 unidades y extensos recorridos de material, al implementar esta célula en U y realizando un justo a tiempo se puede reducir tiempos, y reducir productos de no calidad. Para poder aprovechar más las horas de trabajo con más unidades producidas y al tiempo que se pide.

Conclusiones

- Al realizar el diagnóstico de los factores de distribución en planta se puede identificar en que afecta la distribución del área de ensamble, a través del flujo de procesos, el factor edificio, los procesos, la maquinaria, condiciones de trabajo etc.
- Dentro del trabajo también se realizó estudios de tiempo y movimiento, transporte de material, flujo de proceso, polivalencia de los operarios el Just in time, smed (cambio rápido de herramientas). El cual se llegó a la propuesta de realizar un rediseño de la área de ensamble a través de una célula en U, la cual permite reducir tiempos de recorrido, teniendo celdas eficientes con poco espacio y dando más piezas producidas por hora para la referencia R203 y otras referencias con proceso parecidos, A través del software flexsim se puede simular como quedaría el área de ensamble, el cual ayuda a ver con anterioridad si es posible el cambio los cálculos dieron que podría aumentar un 22% de la producción por hora esta solución no se realizó o cumplió en la empresa ya que puede ser una solución a largo plazo ya que hacer esta mejora se necesita de tiempo y dedicación por parte de los interesados al cambio y al mejoramiento continuo.
- A partir del VSM se puede mirar que tiempos muertos se pueden mejorar en el futuro el cual se puede ver que procesos o recorridos no le dan valor añadido al producto final.
- El objetivo principal de realizar una propuesta de mejoramiento al requerimiento de la empresa en su producto más representativo el R203, se cumplió satisfactoriamente, por lo mismo que falta es hacerlo efectivo a largo plazo.

Referencias

- Apmen, s. (2019). *Apmen*. Obtenido de <http://asociacionmetal.com/factores-riesgo-sector-del-metal-ensamblaje-montaje-metalisteria>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la Cadena de Suministro*. Mexico: Editorial.
- BAROIG. (2019). *Baroig.com/*. Obtenido de <https://baroig.com/wp-content/uploads/2018/10/Pasillos-industriales-adhesivos-4.jpg>
- Benavides Callejas, B. R., & Quiroga Ariza, J. A. (2013). *Universidad Libre*. Obtenido de Implmentación de la distribución en planta en la manufactura de artículos de seguridad Kadis E.U. (Trabajo de Grado): <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9433/IMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20LA%20DISTRIBUCI%C3%93N%20EN%20PLANTA%20KADIS%20EU.pdf?sequence=1>
- Berrío Berrío , A. F. (2009). *Pontificada universidad javeriana*. Obtenido de Propuesta de distribución en planta en el almacén central de repuestos sofasa- Toyota, para incrementar la productividad en la labor de picking (Trabajo de grado): <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis250.pdf>
- carretillero, C. d. (2019). *Carnet de carretillero*. Obtenido de <https://carnetcarretillero.info/pasillos-carretillas/>
- Castro Quintero , E. A., & Galindo Vallejo, A. (2018). *Universidad de la salle*. Obtenido de Propuesta de diseño y distribución en la planta para una nueva infraestructura de la empresa congelados Trust S.A. a través de técnicas de ingeniería (Trabajo de grado): http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/28427/47122112_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clavijo, S. (25 de 07 de 2019). *Desempeño sector construcción y sus encadenamientos sectoriales* . Obtenido de Sergio Clavijo
- Dyner, Peña, & Arango. (2008). *Modelamiento para la simulación de sistemas socio-económicos y naturales*. Primera edición, 385.
- Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel, Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Mexico: Mc Graw Hill.
- García Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo. Medición*. Mc Graw Hill. Obtenido de https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf
- García Salinas , D. (2001). *Universidad autónoma de nuevo león* . Obtenido de Implementación de un método para la distribución física de la planta (Tesis de maestría): <http://eprints.uanl.mx/896/1/1020147444.PDF>

- George Kanaway (OIT). (1998). *Introduccion al estudio del trabajo*. Mexico: Limusa Noriega editores.
- Heizer, J., & Render, B. (2006). *Direccion de la produccion y de la operaciones. Decisiones estrategica*. Madrid: PEARSON EDUCACION S.A.
- Incontec. (17 de 12 de 1999). *NORMA TÉCNICA NTC 3727*. Obtenido de <https://sites.google.com/view/gasnaturalnormasymasnc/normas-tecnicas/ntc-3727>
- Incontec. (15 de 12 de 2010). *GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC45*. Obtenido de <https://idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/gtc450.pdf>
- Incontec. (23 de 09 de 2015). *NORMA TÉCNICA NTC-ISO 14001*. Obtenido de NORMA TÉCNICA NTC-ISO
- Maynard, H. (1991). *Manual de ingeniería*. Reverté.
- Metodologías para la resolución de problemas de distribución en planta*. (s.f.). Recuperado el 16 de 5 de 19, de <https://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucion-planta/resolucion-distribucion-planta2.shtml>
- Muñoz Cabanillas, M. (2004). *Universidad nacional mayor de san marcos*. Obtenido de Diseño de distribucion en planta de una empresa textil (Trabajo de grado): http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/Ingenie/munoz_cm/munoz.pdf
- Muther, R. (1968). *Planificacion y proyeccionde la empresa industrial*. Barcelona: editores tecnicos asociados, s.a.
- MUTHER, R. (1981). *Distribucion en planta* (segunda edicion ed.). Barcelona: Editorial Hispano Europa. Obtenido de <http://hpcinc.com/wp-content/uploads/2016/07/Spanish-PPL.pdf>
- Napán, A. V. (s.f.). *DISEÑO Y DISPOSICIÓN DE PLANTA*. Obtenido de <https://senati2016.jimdo.com/app/download/14054584923/Ingenier%C3%ADa+de+Plantas+10+-+C%C3%A1lculo+de+%C3%A1reas.pdf?t=1541124943>.
- Niebel , B. w. (1970). *Manual de laboratorio para ingeniería industrial: estudio de tiempos y movimientos*. Mc Graw Hill. Obtenido de <https://www.academia.edu/20379229/137977550-Ingenieria-Industrial-Benjamin-W-Niebel>
- NTC 3727*. (1999). Bogotá, D.C.: El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Ortiz, N. R. (1999). *Analisis y mejoramiento de los procesos de la empresa*. Bucaramanga: EDICIONES UIS.
- Ospina Delgado, J. P. (2016). *Universidad de san ignacio de loyola*. Obtenido de Propuesta de distribucion de planta, para aumentar la productividad en una empresa metalmeccanica en Ate. (Trabajo de grado):

http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2470/1/2016_Ospina_Propuesta_de_distribucion_de_planta.pdf

s.n. (2019). *Alibaba*. Obtenido de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/lean-pipe-tube-for-assembly-line-working-tables-627090598.html>

s.n. (2019). *Production Tools*. Obtenido de <https://productiontools.es/lean/perfileria-aluminio/>

Serrano Lasa, I. (2007). *Análisis de la aplicabilidad de la técnica value mapping en el rediseño de sistemas productivos*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=7653>

Shanghai Screw Compressor Co., L. (s.f.). Obtenido de https://es.made-in-china.com/co_shscrew/product_SCR50d-German-Technology-Screw-Type-Air-Compressor-Industrial-Air-Compressor-Rotary-Screw-Air-Compressor-Compresor_rengshyg.html

Suñé, A., Gil, F., & Arcusa, I. (2004). *Manual práctico de Diseño de sistemas productivos*. Madrid: Ediciones días de santos s.a.

Vaughn, & Vaughn, D. (2000). *Introducción a la ingeniería industrial*. Barcelona: Reverté.

Villaseñor contreras, A., & Galindo cota, E. (2008). *Conceptos y reglas de lean manufacturing*. Monterrey: Editorial Limusa.

www.humcar.com. (3 de 11 de 2019). *www.humcar.com*. Obtenido de https://www.humcar.com/productos/includes/fichas/GasNatural/PrimeraEtapa/411330%20R203%20UE%2020mbar%20PT%201%20-%207%20bar_ACT.pdf

Anexos**Anexo 1. Carta de aceptación por parte de la empresa Industrias Humcar S.A.S.**

Bogotá D.C. 27 de Febrero de 2019

Señor
Ricardo Efrén Meza Torres
Director de Ingeniería Industrial
Universitaria Agustiniiana
Ciudad

Asunto: Aceptación apoyo empresarial para proyecto de Grado

Respetado Señor,

Dando respuesta a su solicitud, la empresa CI Industrias Humcar SAS, ha tomado la decisión de apoyar al Señor Jose David Peña Guzman, identificado con cédula N° 1032486131, estudiante del programa de Ingeniería Industrial, para realizar su proyecto de Grado en nuestra compañía.

El estudiante contará con el apoyo del Ingeniero Javier Perlaza - Director de Producción, quien facilitará el ingreso a la planta de producción y la información concerniente al proceso, que requiera el estudiante para el desarrollo de su proyecto de grado.

En caso de que el estudiante requiera información de otras áreas o diferente al proceso de producción, ésta deberá contar inicialmente con la aprobación por parte de la Gerencia de Gestión Humana, para ser facilitada.

Finalmente, esperamos que este espacio sea de gran provecho para el desarrollo profesional y personal del estudiante.

Cordial Saludo,


Arabella Talero García
Gerente de Gestión Humana

PBX: (57-1) 564 6464 261 04 39 FAX: 261 04 35 www.humcar.com . info@humcar.com
BODEGA: CRA 64 No. 8 - 93 / OFICINA: AVENIDA DE LAS AMERICAS No. 64 - 33. BOGOTÁ D.C. COLOMBIA

Anexo 2. Fotografía de la área de ensamble del regulador R203



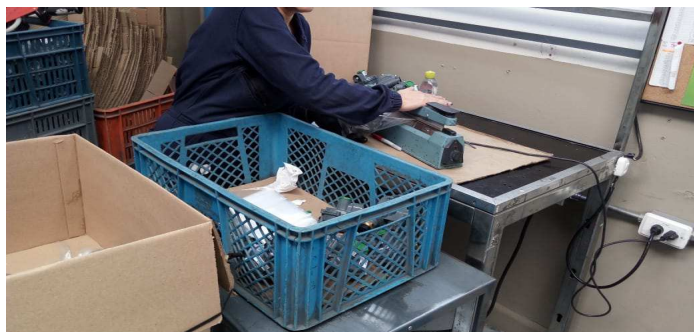
Fuente Fotografía tomada por autor.

Anexo 3. Fotografía proceso de colocación sello de seguridad



Fuente Fotografía tomada por autor.

Anexo 4. Fotografía del proceso de empaquetado.



Fuente Fotografía tomada por autor.

Anexo 5: fotografía de material en proceso.



Fuente Fotografía tomada por autor.