

**Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart  
mediante herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos en la  
empresa Corona S.A.S Planta Madrid**

Alejandra Guzmán Pulido  
Laura Carolina Triana Moreno

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.  
2020

**Propuesta de mejoramiento al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart  
mediante herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos en la  
empresa Corona S.A.S Planta Madrid**

Alejandra Guzmán Pulido  
Laura Carolina Triana Moreno

Director  
Nelson Humberto Cruz Villarraga  
Ingeniero Industrial  
Especialista en Gerencia de Producción y Productividad

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá D.C.  
2020

## **Agradecimientos**

Agradezco a los docentes y compañeros, en especial a mi compañera de grado Laura Triana Moreno que en medio de la presentación del trabajo me acompañó y apoyó en todo el proceso sin importar las dificultades que se dieron en este año, al profesor Nelson Yepes y Nelson Cruz los cuales siempre me ayudaron con cada una de las correcciones necesarias para finalmente tener un trabajo de grado óptimo. A todos los que participaron en la compañía Corona S.A.S, al Jefe de producción Ricardo León por permitirnos llevar a cabo el trabajo allí, para enseñarnos el proceso productivo, conociendo un poco más de la ingeniería industrial, Infinitas gracias al ingeniero Edilberto Guzmán Ortiz, que mostró su total apoyo y paciencia cada una de las inquietudes, quien a pesar de tener tantas responsabilidades fue mi guía y mi motivación en todo momento para realizar un buen trabajo, al ingeniero Hilder Muñoz por las explicaciones y el apoyo en el desarrollo del trabajo.

Alejandra Guzmán Pulido

Agradezco a Dios por guiar cada proyecto de nuestra vida y permitir la culminación del presente, a mis padres por el apoyo y por ser la fuente de inspiración para salir adelante cada día. A la compañía Corona S.A.S. por permitirnos conocer, aprender, desarrollar y contribuir con nuestro conocimiento al proceso productivo; al ingeniero Edilberto Guzmán por el tiempo invertido en el desarrollo de todo el proyecto, además de su apoyo incondicional con sus conocimientos. Al señor Hilder Muñoz por el apoyo en el desarrollo del proyecto y la información en nuestras visitas a la planta. También a todos los miembros de la Universitaria Agustiniense tanto directivos, docentes, compañeros, administrativos y demás personal perteneciente a la comunidad Agustiniense que me han guiado y formado como un profesional íntegro, competente y competitivo con conocimientos que aportaran a la sociedad, en especial al profesor Nelson Cruz quien nos guió y ayudó a lograr esta meta. Por último, pero no menos importante, a mi compañera Alejandra Guzmán Pulido por apoyarme, enseñarme y estar conmigo a lo largo de nuestra carrera.

Laura Carolina Triana Moreno

## **Resumen**

El proyecto tiene como objetivo evaluar el sistema de fabricación de sanitarios One Piece Smart de la empresa Corona S.A.S en la planta de Madrid Cundinamarca, mediante la identificación, análisis y optimización de las actividades que generan desperdicios o no agregan valor en el proceso de producción, como los movimientos innecesarios, tiempos inadecuados, costos o material, en donde se evidencie todas aquellas mejoras que se pueden realizar tanto al proceso como a la salud y seguridad del operario, mediante herramientas de la filosofía Lean Manufacturing que permite identificar, controlar y rediseñar las actividades de producción buscando la mejora continua y la medición de métodos de trabajo que permite el análisis de causas y efectos del sistema actual.

*Palabras clave:* Lean Manufacturing, industria cerámica, mejora continua, desperdicio y métodos.

## **Abstract**

The project aims to evaluate the manufacturing system of One Piece Smart toilets of the company Corona SAS in the Madrid Cundinamarca plant, by identifying, analyzing and optimizing activities that generate waste or do not add value in the production process, such as unnecessary movements, inadequate times, costs or material, where all the improvements that can be made both to the process and to the health and safety of the operator are evidenced, using tools from the Lean Manufacturing philosophy that allow to identify, control and redesign the production activities seeking continuous improvement and measurement of work methods that allow the analysis of causes and effects of the current system.

*Keywords:* Lean Manufacturing, ceramic industry, continuous improvement, waste and methods.

## Tabla de contenidos

Introducción .....	13
1. Identificación del problema .....	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.1.1 Estudio de métodos, situación mundial .....	15
1.1.2 Estudio de métodos, situación nacional .....	16
1.1.3 Lean Manufacturing, situación mundial .....	16
1.1.4 Lean Manufacturing, situación nacional .....	18
1.1.5 Sector cerámico en Colombia. ....	20
1.2 Descripción de la empresa.....	23
1.2.1 Breve historia.....	23
1.2.2 Ubicación. ....	24
1.2.3 Tamaño. ....	25
1.2.4 Política general de la empresa.....	25
1.2.5 Portafolio de productos. ....	26
1.2.6 Descripción del proceso. ....	29
1.2.7 Descripción del problema. ....	32
1.3 Formulación del problema .....	35
1.3.1 Pregunta problema. ....	35
1.3.2 Sistematización de la pregunta.....	35
1.3.3 Variables del problema.....	36
2. Justificación.....	37
3. Objetivos .....	40
3.1 General.....	40
3.2 Específicos .....	40

4.	Marco referencial .....	41
4.1	Antecedentes de la investigación .....	41
4.2	Marco teórico .....	43
4.3	Marco conceptual.....	47
4.3.1	Materia prima. ....	48
4.3.2	Propiedades físico-químicas. ....	49
4.4	Marco legal.....	49
5.	Marco metodológico.....	51
5.1	Tipo de investigación .....	51
5.2	Variables de la investigación .....	51
5.3	Hipótesis de la investigación .....	52
5.4	Tamaño poblacional y muestra .....	52
5.5	Proceso metodológico .....	53
6.	Resultados de investigación .....	55
6.1.	Diagnostico Lean Manufacturing.....	55
6.2.	VSM .....	57
6.3.	Toma de tiempos.....	59
7.	Propuestas de mejoramiento .....	64
7.1.	Jidoka.....	64
7.2.	Estrategia de las 5`S .....	67
7.3.	SMED .....	68
7.4.	Simulación proceso de pulido en seco.....	69
8.	Presupuesto y relación costo-beneficio .....	74
8.1	Presupuesto personal.....	74
8.2	Presupuesto de equipos .....	74

8.3	Presupuesto de software .....	74
8.4	Presupuesto de materiales y suministros .....	75
8.5	Presupuesto de salidas de campo (locales).....	75
8.6	Presupuesto general.....	75
8.7	Relación costo-beneficio .....	76
9.	Resultados esperados.....	77
9.1	VSM Propuesta de mejora .....	77
9.2	OEE .....	79
	Conclusiones .....	81
	Referencias.....	83
	Anexos .....	86

## Lista de tablas

Tabla 1. ....	21
Tabla 2. ....	26
Tabla 3. ....	36
Tabla 4. ....	41
Tabla 5. ....	50
Tabla 6. ....	51
Tabla 7. ....	52
Tabla 8. ....	53
Tabla 9. ....	54
Tabla 10. ....	56
Tabla 11. ....	60
Tabla 12. ....	61
Tabla 13. ....	74
Tabla 14. ....	74
Tabla 15. ....	74
Tabla 16. ....	75
Tabla 17. ....	75
Tabla 18. ....	75

## Lista de figuras

Figura 1. Ranking 100 empresas más grandes de Colombia.....	19
Figura 2. Materia prima para el proceso cerámico. ....	20
Figura 3. Proceso cerámico. ....	21
Figura 4. Industria Manufacturera.....	22
Figura 5. Porcentaje de ventas del comité cerámico a la economía Nacional.....	23
Figura 6. Ubicación Corona S.A.S. Madrid Cundinamarca. ....	24
Figura 7. Ubicación Corona S.A.S. Madrid Cundinamarca.....	25
Figura 8. Políticas Corona S.A.S. ....	26
Figura 9. Sanitario One piece Smart de perfil. ....	28
Figura 10. Sanitario One piece Smart de frente. ....	28
Figura 11. Dia grama de Flujo del proceso de fabricación del sanitario OP Smart.....	29
Figura 12. Área de presecado. ....	30
Figura 13. Moldes sanitario OP Smart ingresando al proceso de secado. ....	31
Figura 14. Área de pulido en seco.....	31
Figura 15. Árbol causa-efecto sistema de producción OP Smart.....	34
Figura 16. Espina de pescado sistema de producción OP Smart. ....	35
Figura 17. Casa de la filosofía de Lean Manufacturing. ....	43
Figura 18. Los 8 tipos de desperdicios Lean Manufacturing.....	45
Figura 19. Marco conceptual de la investigación. ....	48
Figura 20. Resultado global diagnostico Lean Manufacturing. ....	55
Figura 21. VSM actual sistema de producción sanitario OP Smart. ....	58
Figura 22. Tiempos proceso de pulido en seco. ....	62
Figura 23. Dia grama de Pareto. ....	63
Figura 24. Eliminación de los residuos con un compresor de aire.....	64
Figura 25. Sistema de extracción de aire. ....	65
Figura 26. Cabina de pulido en seco. ....	65
Figura 27. Propuesta de cabina de soplado rotativo. ....	66
Figura 28. Dispositivo automático de soplado rotativo.....	67
Figura 29. Salón de colaje Corona Planta Madrid.....	68
Figura 30. Cabina de pulido en seco. Corona planta Madrid. ....	69

Figura 31. Simulación proceso de pulido en seco sanitario OP Smart. ....	70
Figura 32. Estado de cabinas de pulido durante un turno. ....	71
Figura 33. Estado de las entradas y salidas de sanitario.....	71
Figura 34. Sanitarios ingresando y saliendo de secado y esmaltado. ....	72
Figura 35. Sanitarios ingresando y saliendo de secado y esmaltado con propuestas de mejoramiento.....	72
Figura 36. Sanitarios procesados con las propuestas de mejoramiento. ....	73
Figura 37. Sanitarios procesados sin las propuestas de mejoramiento. ....	73
Figura 38. VSM Propuesto sistema de producción OP Smart. ....	78
Figura 39. OEE Sistema actual sanitario OP Smart.....	79
Figura 40. OEE con propuestas de mejoramiento. ....	80

**Lista de anexos**

Anexo 1. Carta de autorización Colceramica Corona S.A.S. ....86

## Introducción

La compañía multinacional Corona S.A.S está dedicada a la producción y comercialización de productos cerámicos, contando con una experiencia en el sector desde hace más de 135 años, cuenta con diferentes sistemas de producción, entre ellos se encuentra la producción de sanitarios, uno de ellos se identifica como One Piece (OP) Smart, el cual será objeto de estudio, identificando todas aquellas actividades que generan desperdicios o no agregan valor al producto. A lo largo del trabajo se realizará un estudio de métodos que permita optimizar el proceso de producción en la taza OP Smart, mediante la aplicación de herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos.

El estudio de métodos permite a las empresas optimizar sus procesos manteniéndolos a la vanguardia de la competencia, mientras que las herramientas Lean Manufacturing 5S, KANBAN, SMED, KAIZEN, JIDOKA, entre otras que permiten analizar los procesos desde su inicio hasta su fin. La finalidad de este estudio es optimizar el sistema de producción mediante las diferentes herramientas, el estudio de métodos según plantea López (2016):

Busca en la empresa el mejor funcionamiento de las cosas aplicando habilidades y destrezas de ingeniera para mejorar procesos y sistemas con el fin de optimizar el proceso de trabajo y el rendimiento de los trabajadores. La ingeniería de métodos es una técnica que se enfoca en el estudio del trabajo, es basada en los registros, análisis de los métodos que se utilizan actualmente y proyecciones para llevar a cabo un trabajo u operación con la finalidad de aplicar métodos más sencillos, eficaces y eficientes para aumentar la productividad de cualquier sistema productivo utilizando los mismos recursos si se es posible. (p. 1).

Como explica el autor anteriormente gracias al estudio de métodos se puede llegar a maximizar ganancias, estudiando repetitivamente cada puesto de trabajo para así llegar a cumplir y satisfacer las demandas evitando cuellos de botella que se lleguen a presentar en el proceso, además esta es una técnica que toda empresa debe tener en cuenta para controlar el flujo de proceso.

La ingeniería de métodos estudia todas aquellas actividades realizadas en el proceso de producción analizando una manera óptima, lo que beneficia tanto al empresario como al trabajador, según UNEXPO (2017): “La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procedimientos herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de

ingeniería de producción.” (p.1). Por lo que con este método se quiere llegar a reevaluar el proceso de producción del sanitario para generar beneficios en este sistema.

La filosofía Lean Manufacturing permite estudiar el proceso de producción para así ajustarlo y que no genere errores o inconvenientes durante su realización, según Carreras y Sánchez, es una filosofía japonesa que está basada en pilares con una serie de herramientas que abarca el ciclo de procesamiento de un producto desde el inicio hasta el final. "La filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios". (p.1).

El factor humano es de suma importancia cuando se habla de la filosofía Lean Manufacturing ya que no solo se trata de reducir o eliminar los desperdicios que se tengan, si no que a través de varias herramientas como lo son Poka Yoke, que se basa en la eliminación de errores haciendo que el operario evite cometerlos, El SMED encargado de reducir los tiempos de cambio aumentando la fiabilidad de cada proceso que tenga la empresa, Jidoka, en el que se puede facilitar el trabajo del operario ya sea mediante la automatización, siempre y cuando el operario tenga en control sobre este, y demás herramientas las cuales buscan la mejora continua.

## **1. Identificación del problema**

### **1.1 Antecedentes del problema**

#### **1.1.1 Estudio de métodos, situación mundial.**

En la actualidad la implementación del estudio de métodos a nivel mundial se utiliza con la finalidad de optimizar los procesos de producción para ser competitivos, factores como las materias primas, los trabajadores, la calidad, son de suma importancia a la hora de lograr ser competitivos internacionalmente, un claro ejemplo es la reconocida empresa Toyota con todos sus sistemas de gestión y las metodologías que implementan para mejorar su producción y ser competitivas, así como diversas empresas a nivel mundo que con la ayuda del estudio de métodos y tiempos buscan optimizar las actividades de la compañía. Según Álzate & Sánchez (2013):

El estudio del trabajo surge tras la necesidad de mejorar rendimientos en todas aquellas actividades que involucran esfuerzos físicos y mentales orientados hacia la obtención de un producto o prestación de un servicio determinado. Las mejoras que se obtienen a través de un estudio del trabajo se reflejan en la disminución de esfuerzos y movimientos innecesarios que no generan valor sobre la fabricación, los cuales se convierten en factores determinantes en el momento de evaluar la eficiencia en una planta productiva.

Como plantearon los autores, el estudio de trabajo se da por una necesidad, las compañías siempre están buscando mejoras continuas respecto a su competencia, estas mejoras se llevan a cabo por diferentes herramientas siempre apuntando a competencias que son reconocidas mundialmente.

El estudio de métodos y tiempos ha tomado fuerza internacionalmente a través de los años, Según Bravo (2018) “El uso adecuado del estudio de tiempo permite conocer con la mayor exactitud posible cual es el tiempo que se invierte en cada proceso de producción tratando de disminuir el tiempo innecesario dentro del ciclo productivo”. Es por esta razón que grandes empresas reconocidas mundialmente son modelos a seguir, según Progressa Lean (2015), empresas como John Deere, de Estados Unidos, han implantado herramientas de métodos y Lean Manufacturing en toda su cadena productiva trayendo múltiples beneficios, Parker Hannifing, una empresa estadounidense competitiva en tecnología, mejora sus sistemas productivos con el estudio de métodos y tiempos, respecto al servicio al cliente, el rendimiento, etc. Además de esto Bravo (2018) plantea “Al aplicar el estudio de tiempo en el proceso de producción se puede disminuir el uso innecesario del recurso humano, con la

finalidad de reducir los costos que implica la elaboración de algún bien o producto dentro de la organización”. Si bien se sabe, la ayuda del estudio de métodos y tiempos puede facilitar la actividad o trabajo que realice el operario dentro de la empresa, incluso como dice el autor en algunas actividades es innecesario el recurso humano, el operario podría estar realizando otra actividad que agregue valor al proceso productivo que se esté llevando a cabo.

### **1.1.2 Estudio de métodos, situación nacional.**

Las empresas hoy en día ya sea a nivel nacional o internacional utilizan la herramienta de ingeniería de métodos dependiendo a que se dedican, esta herramienta a través de los años ha tomado gran fuerza por los beneficios que genera, siendo elemental en la ingeniería industrial “Esta disciplina encierra un procedimiento sistemático en el cual analiza todas las operaciones detalladamente para registrarlas, mejorarlas, estandarizarlas y convertir el trabajo en una actividad más sencilla y fácil, de menor rigurosidad, consecuencias de fatiga, tiempo e inversiones económicas” (Correa, Gómez, Botero 2012. p 98). Esta ingeniería de métodos y tiempos ayuda a disminuir los tiempos de las actividades y los costos, aumenta la seguridad, etc.

Al analizar cada una de las variables en el proceso se puede llegar a concluir sobre cómo se comporta el sistema de producción o según sea el campo de acción de la empresa, pero para esto existen varios procedimientos “el estudio de métodos o movimientos define el cómo se hace y la medición del trabajo, el cuánto demora” (Correa, Gómez, Botero 2012. p 99). Para ello, en la ingeniería de métodos se realiza un diagrama de proceso, un diagrama de operaciones, un diagrama hombre máquina, etc. Mientras que para la ingeniería de tiempos se utilizan técnicas o procedimientos como el cronometraje con datos estándares, incluso un muestreo de trabajo para así, con estas técnicas evaluar el proceso y lograr optimizarlo.

### **1.1.3 Lean Manufacturing, situación mundial.**

En la actualidad se implementa la filosofía Lean Manufacturing con la finalidad de optimizar los procesos de producción ofreciendo productos de alta calidad y que generen menores desperdicios en la fabricación. Con la implementación de Lean se identifica y elimina los procesos ineficientes, pero existen diversas problemáticas o factores que no se tienen en cuenta como la falta de planificación, comunicación y control, entre otras actividades que no agregan valor al producto. “Involucrar a los empleados, tener un plan de

trabajo y una metodología definida, son etapas cruciales de la gestión de procesos.” (Blog Corporativo 2017, pp.1). Es de vital importancia entender que, contando con información, tomando medidas preventivas y uniendo a los integrantes de la empresa se genera una buena gestión.

“La metodología Lean Manufacturing se basa en la eliminación del desperdicio de forma sostenible en el tiempo y permite mejorar la productividad de las empresas”. (Progressa Lean, 2017). Es por esto que realizaron una lista de las 10 mejores compañías que implementan Lean Manufacturing en el mundo, entre las que se encuentran Toyota, como promotora, Fort, John Deere, Caterpillar Inc., etc. “La metodología Lean Manufacturing apareció en el sector automovilístico, en concreto en Toyota en los años 1960. Desde entonces se ha ido evolucionando para adaptarse a cualquier tipo de empresa como metodología de trabajo que permite ser más competitivos a través de una mejora de la productividad”. (Progressa Lean, 2017). Estas compañías han estandarizado y automatizado los procesos para ofrecer productos altamente competitivos y de calidad. La filosofía Lean ha enfocado sus avances hacia la industria 4.0 con el fin de ampliar la capacidad de los procesos y automatizarlos, para tomar de decisiones de forma rápida y eficiente. La importancia de llevar una buena gestión por procesos, es prevenir la pérdida de tiempo, desperdicio de mano de obra e incremento en costos.

Cuando existen problemas con los procesos de producción o no están rindiendo su máxima capacidad, inmediatamente afecta la productividad de la empresa así se trabajen jornadas laborales largas, “En España se trabaja muchas horas, pero mal, por lo que la relación entre lo que se produce y los medios que se emplean para ello es peor que en otros países. Un estudio de la consultora Proodfoot Consulting sobre una docena de países europeos estima que el coste anual de la baja productividad roza en España los 70.000 millones de euros y concluye que el principal obstáculo para mejorar es la mala planificación y el control insuficiente”. (Aribar, M. El país. 2005, pp.1). Adicionalmente, “el coste laboral debido a la baja productividad en España fue de 69.991 millones de euros el año pasado. Esto supone un 8,1% del PIB. Bastante menos que en Alemania (9,7% del PIB) pero más que en Francia (5,9%), Reino Unido (7,5%) o Estados Unidos (7,6%)” (Aribar, M. El país. 2005 p.1). En estos países se genera un sobre costo en la mano de obra por improductividad, si se lograra optimizar generaría un beneficio económico para las organizaciones.

La productividad se puede ver afectada por no llevar un control con la supervisión del proceso, además a medida que pasa el tiempo, siempre existirá una oportunidad de mejora, en el caso de España, “El estudio identifica también los seis obstáculos principales para mejorar la productividad en el seno de una empresa. En el caso español, la mala planificación y control y la supervisión inadecuada”. (Aribar, M. El país. 2005 pp.1). Estos obstáculos ocurren en diversos países respecto a la producción, no se tiene un control y siempre se evidencian cambios a la hora de una oportuna mejora, diversas desventajas hacen que la compañía no pueda ser competente en el mercado y se tengan pérdidas significativas.

#### **1.1.4 Lean Manufacturing, situación nacional.**

En el caso de Colombia, desde que una persona decide crear empresa según la revista Dinero (2018): “No tener control de los procesos, no manejar estándares de calidad, tener desperdicios en tiempo de producción y hacer una mala utilización de los equipos son, entre otros, algunos de los principales inconvenientes que afrontan las compañías nacionales”, son algunos factores que influyen a la hora de que la empresa crezca y tenga aportes significativos, es por esta razón que las Pymes caen en bancarrota y son muy pocas las que se mantienen y llegan a hacer grandes y significativas para el país. También afirma la revista Dinero: “El trabajador colombiano promedio, de una pyme manufacturera, produce anualmente \$57 millones de valor agregado, mientras que, en promedio, un trabajador de una empresa grande produce \$137,99 millones”, por lo que una pequeña y mediana empresa necesitaría el doble de empleados para producir lo mismo anualmente, por eso no cuentan con una economía en escala, a medida que su producción aumenta, no pueden reducir los costos que llevan.

Las herramientas de Lean Manufacturing se implementan en Colombia ya sea en grandes medianas o pequeñas empresas, según González (2017): “Colombia inició de forma tardía la implementación de herramientas de manufactura esbelta, al interior de las empresas” (p. 3). Según lo anterior en Colombia no se tenía en cuenta esta metodología de aprovechamiento en bienes y servicios en las empresas debido a la falta de interés por parte de empresarios en esa época, también afirma Gonzales (2017): “en Colombia solo se registran iniciativas de implementación Lean a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI” (p. 4) Por lo anterior se puede afirmar que Colombia fue un país tardío en implementar sistemas de mejora en sus procesos debido a la falta de información sobre cómo implementar paso a paso este

mecanismo, también la falta interés de las empresas y el Estado en hacer crecer su economía interna.

En Colombia grandes empresas como pequeñas aportan al índice de productividad del país lo que se ve reflejado en un estudio realizado por la revista Semana realizó a 1000 empresas colombianas las cuales reportaron crecimiento tanto en ventas como en utilidad aportando al Producto Interno Bruto (PIB), según Semana (2019): “80 por ciento de las 1.000 más grandes del país reportó utilidades, y 78 por ciento de ellas registró aumentos en las ventas. Además, 60 por ciento incrementó sus utilidades netas”.

La revista semana (ver figura 1) afirma que Corona S.A.S se encuentra situada en el puesto 38 de las 100 empresas más grandes en Colombia con ingresos operacionales de 3.611.842 en MMS por la venta al por menor que tiene al público.

POSICIÓN 2018	EMPRESA	INGRESOS OP. 2018 (EN MM\$)	VAR %	UTILIDAD OP. 2018 (EN MM\$)	VAR %	UTILIDAD NETA FINAL 2018 (EN MM\$)	VAR %	PATRIMONIO 2018 (EN MM\$)	VAR %	REGIÓN	SECTOR	POSICIÓN SECTOR	POSICIÓN REGIÓN
▲	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼	▲ ▼
38	SODIMAC CORONA	3.611.842	5	272.195	-6,7	177.837	2,1	1.192.265	2,1	BOGOTÁ	COMERCIO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	158	187

**Figura 1.** Ranking 100 empresas más grandes de Colombia. Revista Semana (2019).

Según un estudio en Medellín la situación nacional respecto a Lean manufacturing ha incrementado y cada vez el país busca estar en una mejora continua, para esto se basan en herramientas que ayuden a las empresas a ser competitivas no solo en el país, si no internacionalmente, como plantea Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sossa (2018).

Las empresas Colombianas buscan ser más competitivas a nivel nacional e internacional, para lo cual están implementando estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Es por esto que se ha visto la necesidad de adoptar la filosofía de manufactura esbelta como elemento diferenciador y de éxito que garantice una alta competitividad en el mercado.

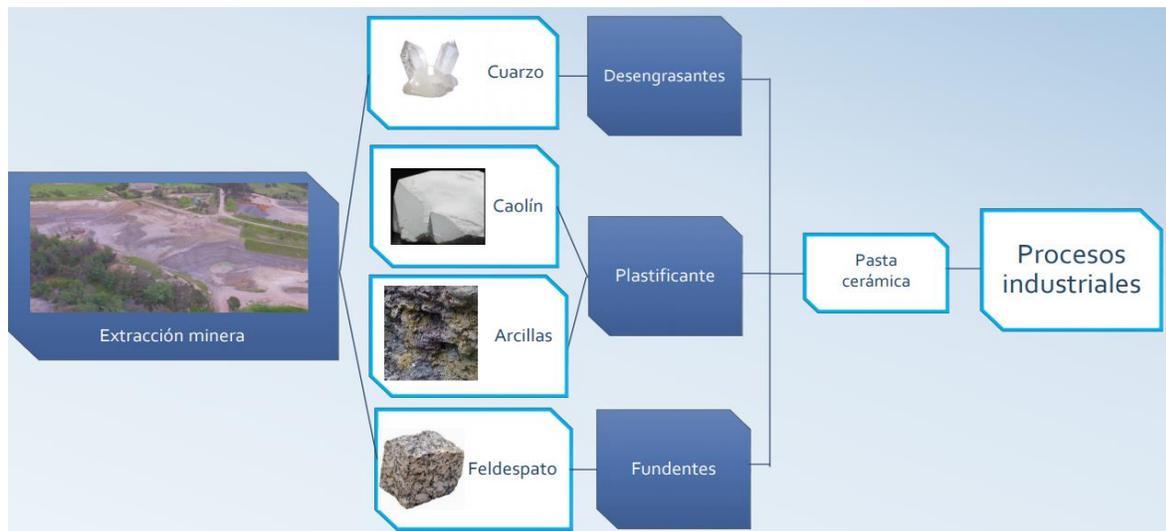
De tal manera, gracias a la filosofía Lean Manufacturing las empresas colombianas están en constante crecimiento, por lo que en algunos sectores se implementa este método más que en otros. “En los sectores que más se implementaron las herramientas de manufactura esbelta fueron: OTROS con 21%, AUTOMOTRIZ Y METALMECÁNICO con 20% y ALIMENTICIO con 16%. Así mismo los sectores donde menos se implementaron estas herramientas fueron: TEXTIL con 9% e industrias de VIDRIO Y CERAMICA con 7%”.

(Arrieta et al p.8). Cuando los autores plantean otros, se refieren a sistemas eléctricos, servicios de distribución, etc.

Además de esto, Colombia desde hace más de 10 años cuenta con una empresa dedicada a las prácticas de manufacturas, la empresa Colombia Inn Solutions “pretende encaminar a las empresas y talleres de manufacturas hacia prácticas laborales más eficientes, identificando los procesos que no aportan valor y simplificando las cadenas productivas”. (González, T. 2018). Como plantea el autor, la empresa se enfocada en la tecnología Lean Manufacturing en la industria textil dándole beneficios no solo a la empresa.

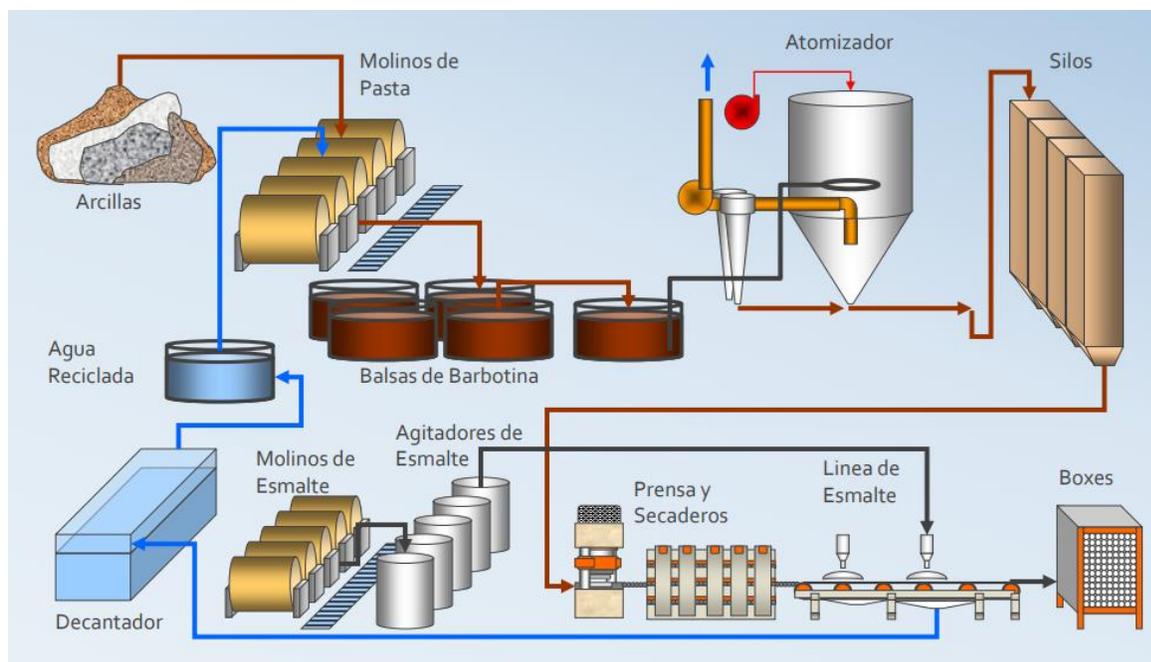
### 1.1.5 Sector cerámico en Colombia.

La industria cerámica ha sido una de las principales en contribuir tanto a nivel productivo de un país como a la reutilización de las materias primas en el ciclo de vida del producto, este sector ya sea nacional e internacionalmente genera beneficios al producir empleo, pero así mismo se presentan inconvenientes, ya sea para el ambiente como para la salud de los trabajadores que, al momento de extraer cada uno de las materias primas que se necesitan para obtener la pasta cerámica o al manipularla para su proceso.



**Figura 2.** Materia prima para el proceso cerámico. Comité del sector cerámico nacional (2017).

Varias compañías como Cerámica San Lorenzo, Cerámica Italia, Euro cerámica, Alfa, corona, el objeto de estudio en el presente trabajo utilizan dicho sector cerámico y son competitivas en el país.



**Figura 3.** Proceso cerámico. Comité del sector cerámico nacional (2017).

Por otra parte, los procesos productivos son clasificados según la actividad económica que estos realizan con el fin de poder identificarlos, clasificarlos y compararlos según sus datos referentes, los procesos industriales de cerámica se encuentran identificados mediante el CIIU 239 “Productos minerales no metálicos n.c.p. (No clasificado previamente)” y se pueden dividir en varias clases como se muestra en la tabla 1 donde se clasifica según su materia prima.

Tabla 1.

*Clasificación productos minerales no metálicos n.c.p. CIIU 239*

<b>Codigo CIU 239</b>	<b>Definicion</b>
2391 Productos refractarios	Articulos de ceramica para aislamiento termico o acustico, ladrillos y bloques
2392 Productos refractarios	Tubos, conductos, accesorios para tuberias de ceramica, balsosa y lozas para pavimento
2393 Productos de ceramica y porcelana	Grifos, llaves de paso, balvulas, vajillas y otros articulos domesticos y de aseo
2394 Cemento, Cal, Yeso	La fabricacion de yeso calcinado y sulfato de calcio
2395 Articulo de hormigon, cemento y yeso	Materiales de construccion, compuestos de sustancias vegetales
2396 Corte, tallado y acabado de piedra	Trabajo de la piedra en bruto extraida de canteras
2399 Productos materiales no metalicos	Articulos de asfalto, productos de fibras de grafito o carbon

*Nota.* Elaboración propia

La industria cerámica genera una participación importante dentro de la economía colombiana, se puede evidenciar en la figura 4 la encuesta anual de manufactura realizada por el DANE.



**Figura 4.** Industria Manufacturera. Comité cerámico nacional (2017).

Como puede apreciar en la figura 4 al paso de los años la participación del comité cerámico en la industria manufacturera ha fluctuado en relación a empleo, energía y ventas, así como el aporte porcentual de la economía nacional que se muestra en la figura 5, donde se ve un incremento anual del 0,11%.



**Figura 5.** Porcentaje de ventas del comité cerámico a la economía Nacional. Comité cerámico nacional (2017).

## 1.2 Descripción de la empresa

### 1.2.1 Breve historia.

La organización Corona S.A.S fue creada en el departamento de Antioquia, perteneció en sus inicios a Teodomiro Llano y Reinhold Paschke en 1881, para el año 1935 quedó a cargo de la familia Echavarría Olózaga a quienes pertenece hasta el día de hoy. Han realizado varias alianzas con diferentes empresas lo que ha permitido que hasta la fecha se cuente con numerosas empresas a su cargo (Opera veinte plantas de producción en Colombia, tres en Estados Unidos, tres en Centroamérica, tres en México y una en Brasil en alianza con Eternit). Hacia 1948 se inicia la diversificación con productos como baños, cocinas y exteriores. Por otro lado, en 1952 se inicia operaciones en Corona col cerámica en la planta Madrid En 1960 se inició la incursión a nuevos mercados y hacia los años 70 Corona amplía su capacidad al comprar tornos y hornos alemanes, ya en 1994 se asocia con Sodimac en Chile con el fin de crear Homecenter y Constructor en Colombia.

Hacia el año 2001 se creó en México la distribuidora de vajillas por parte de la empresa Lomesa, tiempo después en el año 2004 toma el control de la fábrica de sanitarios Mansfield LLC, en el año 2009 se inicia la comercialización de aisladores hacia Estados Unidos y Canadá marca LAPP Insulators y para el año 2010 se recibe un premio como la empresa más innovadora de procesos. En 2011 se desarrollan alianzas con Eternit de Brasil y Lanco para

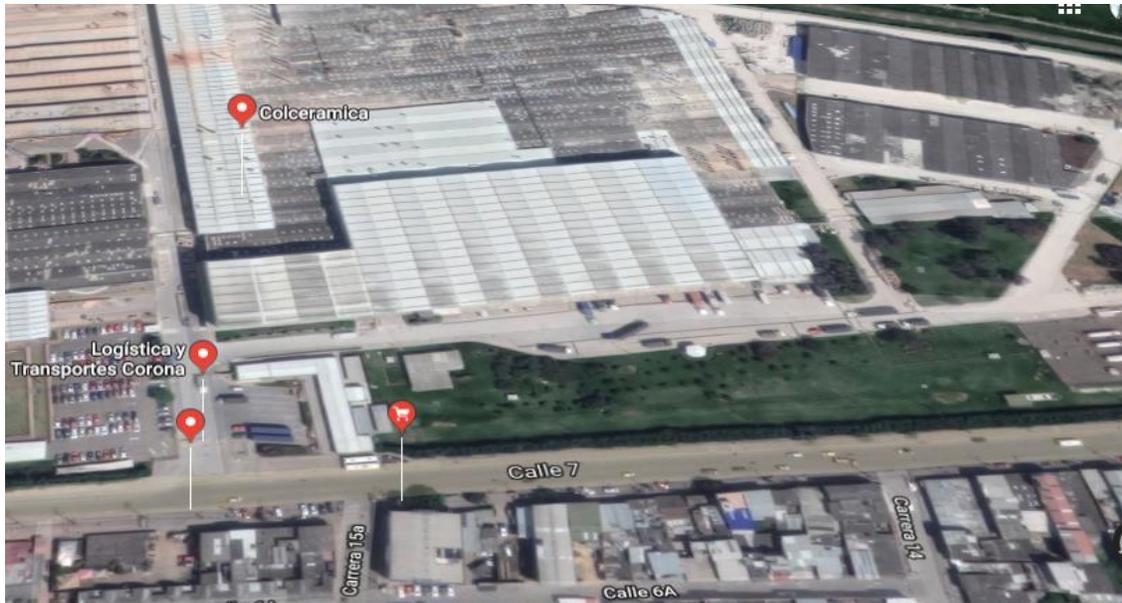
la producción y comercialización de productos. Desde allí ha tenido crecimientos significativos, alianzas con grandes compañías como Hyundai de Corea, Vista Alegre, Ercos y Misa, Cementos Molins y hoy en día es una empresa reconocida nacional e internacionalmente.

### 1.2.2 Ubicación.

Corona S.A.S es una multinacional ubicada en los 5 continentes, Colombia cuenta con una planta en el departamento de Cundinamarca, en el municipio de Madrid en la dirección Cl. 7 15-49 mejor ubicada en la latitud 4.736048, longitud -74.271025, como se muestra a continuación en la figura 6 y figura 7 la fachada de la planta y la ubicación satelital.



**Figura 6.** Ubicación Corona S.A.S. Madrid Cundinamarca. Google Maps. (2019).



**Figura 7.** Ubicación Corona S.A.S. Madrid Cundinamarca. Google Maps. (2019).

### **1.2.3 Tamaño.**

La fábrica de Corona Multinacional Colombiana que cuenta con más de 135 años tiene más de 9.000 empleados a nivel mundial ya que se encuentra en Estados Unidos, México, Centroamérica y con alianzas en España, también exporta todo su portafolio de productos a el continente americano y europeo. En Madrid Cundinamarca, la planta cuenta con más de 60 años de experiencia y ha crecido significativamente hasta contar con aproximadamente con 2000 empleados, los cuales trabajan las 24 horas en 3 turnos (De 6:00 am a 2:00 pm, turno de la mañana, de 2:00 pm a 10:00 pm el turno de la tarde y el turno de noche de 10:00 pm a 6:00 am).

### **1.2.4 Política general de la empresa.**

Corona es una empresa diversificada enfocada en soluciones y diversidad productos para el hogar y la construcción, generando valor compartido en términos de gestión financieros, sociales y ambientales que marquen una diferencia respecto a otras empresas. Se identifican y enfocan en la innovación, contando con clientes en constante crecimiento, enfocándose en la mejora continua, como se muestra en la figura 8 donde se identifican las políticas de la compañía.



**Figura 8.** Políticas Corona S.A.S. Corona (2019).

### 1.2.5 Portafolio de productos.

La compañía ofrece una diversa variedad de productos (Ver tabla 2), catalogados según la función de adquisición que requiera el cliente:

Tabla 2

*Tabla de productos y subproductos por familia.*

TIPO	FAMILIA	SUBFAMILIA
<b>BAÑOS *</b>	Accesorios para baño	Accesorios cerámicos y cromados
	Decorados	Base decorada, cuadrado, listelleria y mosaico
	Duchas	8 pulgadas, brazos para regadera, desviadores y soportes para tele duchas, mezcladores, mono control, regaderas con brazo, regaderas sin brazo, sencilla o individual, tele duchas y torres de ducha.
	Combos sanitarios	Sanitarios con lavamanos de pedestal, sanitarios con lavamanos de colgar y sanitarios con lavamanos semipedestal
	Espejos	Espejos
	Grifería	4 pulgadas, 8 pulgadas, llave individual, mono control, pared y sencilla o
	Lavamanos	De colgar, de mesón integrado, de incrustar, de pedestal, de sobreponer y tipo vessel.
	Muebles para baño	Kit mueble con lavamanos y mueble sin lavamanos.
	Rejillas de piso	Rejillas de piso
	Repuestos y asientos Sanitarios	Asientos, botones, herrajes asientos y tapas happy. Dos piezas, suspendido y una pieza
<b>COCINAS *</b>	Cocinas integrales	Cocinas integrales grandes, medianas y pequeñas.
	Cocinas a la medida	Cocinas a la medida
	Decorado	Base decorada, cuadrado, listelleria y mosaico.
	Electrodomésticos	Campana, estufa y horno.
	Grifería lavaplatos	8 pulgadas, mono control, pared y sencilla o individual.
	Lavaderos	Lavaderos con mueble y sin mueble.
	Lavaplatos de acero inoxidable	Sencillo, doble y con mesón.
<b>EXTERIORES *</b>	Mesones	Silestone.
	Decorados	Decorados
<b>VAJILLAS *</b>	Fachadas ventiladas	Fachadas ventiladas.
	Bebidas	Café y té, expresión, licencias, minimal, moda, mugs y vanguardia.
	Hogar	Complementos, pieza suelta y set de vajilla.
<b>INSTITUCIONAL *</b>	Institucional	Cubiertos y vajilla
	Accesorios	Asientos, barras de seguridad, espejos, papeleras, portafolios y toalleros
	Asientos institucionales	Asientos institucionales.
	Dispensadores	Dispensadores
	Duchas	Duchas
	Grifería lavamanos	Griferías electrónicas y push.
	Lavamanos	Lavamanos
	Orinales	Orinales
	Repuestos	Repuestos
	Sanitarios	Sanitarios
	Secadores	Secadores
	Sistema de descarga orinal	Flujómetros y válvulas.
	Sistema de descarga tazas	Flujómetros y válvulas.
	Tazas	Tazas
Vajillas	Cubiertos y vajilla.	
<b>OTRAS AREAS *</b>	Decorados	Base decorada, cuadrado, listelleria y mosaico
	Guarda escobas	Guarda escobas
<b>MATERIALES DE CONTRUCCION</b>	Acabados del sistema de	Productos complementarios, productos para exterior y productos para interior.
	Sistemas de acabados	Aerosoles, esmaltes y anticorrosivos, estucos, pinturas arquitectónicas, pinturas especiales, recubrimientos para madera, texturas y yesos.
	Sistemas de instalación	Aseo y mantenimiento, boquillas, boquillas especiales, herramientas, pegantes, pegantes especiales y sistema de instalación.
	Sistemas de obra gris	Aditivos, impermeabilizantes y sellantes, morteros y sellos

*Nota.* Fuente adaptación de productos Corona, las familias con \* tienen dentro sus subproductos los pisos, paredes y materiales de construcción.

El presente proyecto tendrá como estudio la familia de sanitarios, este tipo de baño es de una sola pieza, por esto su nombre One Pice Smart, la compañía maneja varios tipos de

sanitarios, pero este es uno de los más demandados por su estructura geométrica y el ahorro de agua que se tiene, en la figura 9 se observa el sanitario OP Smart en crudo de perfil y en la figura 10 terminada de frente.



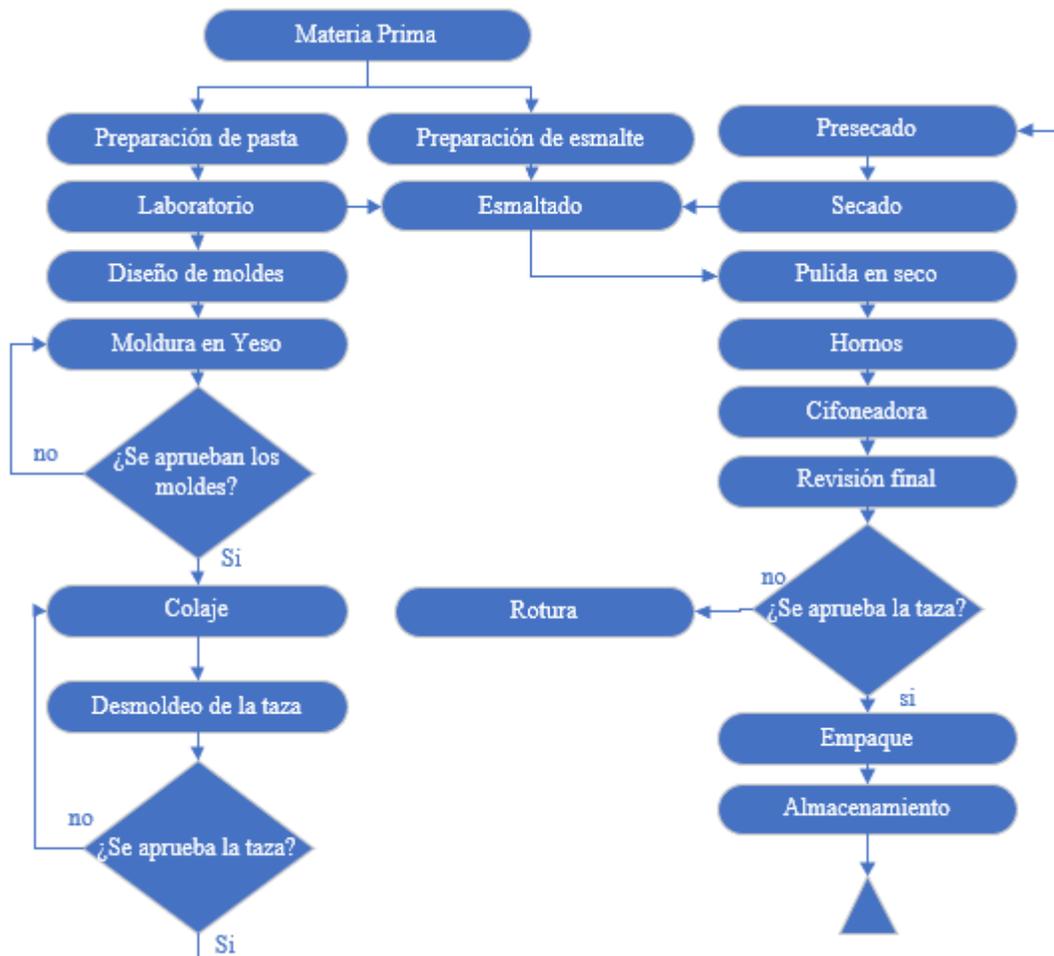
**Figura 9.** Sanitario One piece Smart de perfil. Elaboración propia (2019).



**Figura 10.** Sanitario One piece Smart de frente. Elaboración propia (2019).

### 1.2.6 Descripción del proceso.

El proceso de fabricación del sanitario OP Smart se define mediante el siguiente diagrama de procesos identificado en la figura 11 a continuación:



**Figura 11.** Diagrama de Flujo del proceso de fabricación del sanitario OP Smart.

Elaboración propia (2019).

El proceso inicia con el diseño de los moldes, el cual se realiza mediante una mezcla de yeso y agua, esta se vierte en diferentes moldes que unidos forman el sanitario. Este proceso tarda entre 30 y 45 minutos aproximadamente y la fabricación de un molde completo tarda 1 hora y 30 minutos, los moldes diseñados tienen una vida útil de 140 sanitarios.

Después de la fabricación del molde este se ensambla en la máquina de colaje, que consta de 8 moldes por máquina, el proceso de colaje se realiza mediante una mezcla llamada barbotina almacenada en un tanque de 40 toneladas a una temperatura de 40°C y en constante agitación de la mezcla. El proceso se realiza en 6 máquinas que tienen la capacidad de realizar 48 sanitarios por llenada para un total de 288 sanitarios día, el control del proceso se realiza mediante un semáforo el cual mediante 5 colores avisa al operario que está ocurriendo con la pieza dentro del proceso de moldeado, ya sea llenado, formación, drenaje o consolidación de la pieza.

Del proceso anterior se desprende un subproceso que ocurre después del desmontaje, que consiste en la inspección de la pieza para detectar la rebaba que se genera durante el moldeo de la pieza. El siguiente proceso corresponde al proceso de pre secado, esta cuenta con 3 zonas donde la pieza se deshidrata correctamente y llega a una humedad aproximada de 17% o 18%, este proceso tarda 24 horas. (Ver figura 12).



**Figura 12.** Área de presecado. Elaboración propia (2019)

Después del proceso de pre secado se realiza un proceso de secado, que consiste en secar la pieza durante 16 horas aproximadamente para así poder realizar los procesos de terminados antes del horno, en la figura 13 se muestra el ingreso de las piezas al proceso de secado.



**Figura 13.** Moldes sanitario OP Smart ingresando al proceso de secado. Elaboración propia (2019).

Al salir del proceso de secado inicia los procesos de terminados con el proceso de pulido en seco, que se realiza de manera manual con 2 operarios, inicia con la recepción de la pieza desde la araña hasta la cabina, continua con la inspección donde se identifican hendiduras, grietas o rebaba las cuales son corregidas mediante el proceso de pulido en seco, realizado con una lija y una malla abrasiva que ayuda a eliminar las imperfecciones tanto interna como externamente, además de esto en esta actividad se marca y esmalta el tanque del sanitario, para posteriormente soplar la pieza eliminando los excesos que resten hasta finalmente llevar la taza a la banda transportadora (Ver figura 14).



**Figura 14.** Área de pulido en seco. Elaboración propia (2020)

El siguiente proceso a realizar es el esmaltado, realizado por 2 máquinas automáticas, la cifoneadora y la célula de esmaltado, este proceso conlleva aplicar 3 capas de esmalte por toda la pieza, antes de finalizar un operario realiza el proceso de limpieza de esmalte a la tapa para que no se pegue y por último se pasa a una araña al proceso de quema.

En el proceso de quema las piezas pasan aproximadamente 24 horas, en donde la pieza se seca completamente ya con los terminados de embellecimiento, para así por último pasar al proceso de revisión final, el cual está compuesto por 3 subprocesos. El primero consiste en identificar la calidad de la pieza clasificándola en grado A, B o rotura, para así poner los sellos de calidad y garantía. El siguiente proceso es el de ensamble de las válvulas y pruebas de funcionamiento de la misma y por último el proceso de empaque de la pieza en una caja que contiene el sanitario, tapa, manual, soporte y sticker con indicaciones.

### **1.2.7 Descripción del problema.**

En la compañía Corona, se ha logrado eliminar el proceso de pulido en seco a través de los años en varios productos como lo son lavamanos, tanques, pedestales, etc. Sin embargo, en productos como la taza OP Smart es complejo realizar esta estrategia por su diseño geométrico respecto a los otros productos, en esta producción se presentan demoras en los tiempos de producción y cuellos de botella, por lo cual es necesario mejorar este proceso ya que genera polución, ruido, enfermedades a la salud, entre otros. Al ser un proceso de producción continuo con gran cantidad de demanda y complejidad por la cantidad de actividades para su realización requiere un estudio.

Uno de los procesos de producción como el pulido en seco presenta mudas durante su ejecución, aproximadamente se tiene un cuello de botella de un 25% respecto a las piezas que llegan a este puesto de trabajo. Se puede identificar que a la hora de la consolidación de la pieza queda rebaba en la unión de los moldes, hoy en día la técnica que usan para quitar dicha rebaba es pulido en verde y posterior a ella el pulido en seco para eliminar todas aquellas imperfecciones como rajaduras gruesas o cráter que se pudo haber ocasionado de las actividades anteriores debido a la memoria cerámica.

Este proceso no se puede realizar antes porque afecta la calidad del producto, es por esto que se realiza el pulido en seco para poder eliminar todas aquellas imperfecciones que se evidencian cuando la pieza está totalmente seca, pero al pulir afecta directamente la salud del

operario y del medio ambiente, generando material particulado el cual produce diversas enfermedades, pues esto es una problemática que se da a nivel mundial, ya que los efectos que conlleva este material particulado a la salud y el medio ambiente son mortales.

Según la agencia de protección ambiental de Estados Unidos los efectos del material particulado (PM) en cuanto a la salud, al medio ambiente. Las partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro conllevan a efectos negativos, ya que fácilmente pueden llegar a los pulmones, incluso al torrente sanguíneo. Por lo que diversos estudios relevan que causa asma agravada, función pulmonar reducida, latidos irregulares, infartos, incluso la muerte prematura ya sea que se tenga alguna enfermedad cardiaca o pulmonar o no.

Desde otro punto de vista las afectaciones al medio ambiente de no ser aspirado este material particulado de manera correcta, estas partículas finas son las encargadas que existan la poca visibilidad, bruma, etc. Lo que provoca que se transporte gran cantidad de micro partículas a través del aire, suelo o agua causando la reducción de nutrientes en el suelo, daño en cultivos agrícolas, efectos perjudiciales al ecosistema, etc. Además, algunas partículas son las responsables de ocasionar lluvias ácidas y encargarse de que el agua de ríos o lagos no sea apta para especies acuáticas.

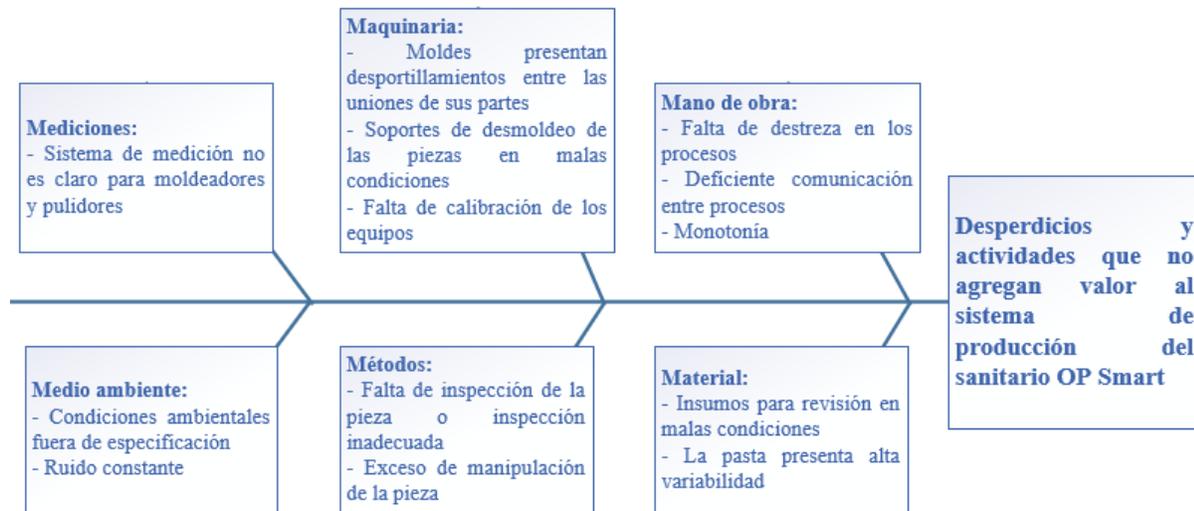
Otro aspecto a considerar es el cuello de botella que se forma en el proceso, por lo que cualquier ahorro en tiempo es fundamental a la hora de realizar el sistema de producción. El proceso de pulido en seco genera gran cantidad de material particulado por lo que se quiere reducir o eliminar con tal de que disminuyan los niveles de exposición a este material. Esta polución tiene contacto directo con el operario a la hora de salir del proceso de secado, por lo que se evidencian las rebabas que la memoria cerámica dejó en el sanitario o las imperfecciones que quedaron en el proceso de pulido en verde, por lo cual es tan necesario el pulido en seco, pero al momento de soplar el material particulado, este se encuentra en todas las partes de la cabina. Una desventaja que se tiene es la falta de estandarización en este proceso, debido a que a la hora de soplar la pieza el operario se expone a material particulado el cual según sea su agilidad, experiencia o adueñamiento del proceso, puede ser mayor o menor el tiempo de exposición.

A continuación, se mostrará en la figura 15 el árbol causa efecto del proceso de producción de sanitarios One Piece Smart, el problema central es que el sistema de producción de este sanitario presenta desperdicios y actividades que no agregan valor al producto debido a la ausencia en la estandarización del proceso de pulido en seco, la escasa inspección a la pieza durante el proceso y la deficiente comunicación entre procesos; generando efectos como el incremento en la contaminación, imperfectos en el sanitario y reducción en la productividad del sistema.



**Figura 15.** Árbol causa-efecto sistema de producción OP Smart. Elaboración propia (2020)

En la figura 16 se explica mediante una espina de pescado como el sistema de producción del sanitario OP Smart se ve afectado por diferentes causas que generan desperdicios y actividades que no agregan valor.



**Figura 16.** Espina de pescado sistema de producción OP Smart. Elaboración propia (2020).

Como se observó anteriormente las causas de este problema son la medición incorrecta por parte de moldeadores y pulidores, maquinaria en malas condiciones, mano de obra sin habilidades lo cual genera que en los procesos de mayor manipulación de la pieza se generen piezas inconformes o roturas, también se presenta falta de comunicación entre áreas, afectación al medio ambiente y a la salud de los operarios, métodos erróneos de inspección y alta variabilidad de la materia prima.

### 1.3 Formulación del problema

Con la anterior descripción podemos evidenciar que se necesita estudiar el proceso de fabricación de sanitarios OP Smart debido a que se necesita evaluar los procesos que no le generan valor al producto, la optimización de proceso mediante algunas herramientas Lean Manufacturing y estudio de métodos y tiempos permitirán identificar otros riesgos o variables que se están viendo afectadas.

#### 1.3.1 Pregunta problema.

¿Cómo optimizar el sistema de producción de sanitarios One Piece Smart mediante herramientas Lean Manufacturing y estudio de métodos y tiempos en la empresa Corona S.A.S Planta Madrid?

#### 1.3.2 Sistematización de la pregunta.

- ¿Qué actividades no agregan valor o generan desperdicios según algunas herramientas de Lean Manufacturing al sistema de producción de la OP Smart?

- ¿Qué variables se ven afectadas en los procesos de producción que no agregan valor o generan desperdicios en el sanitario OP Smart?
- ¿Qué propuesta de mejora se puede aplicar al sistema de producción según las herramientas del diagnóstico Lean Manufacturing y del estudio de tiempos y movimientos que permitirá la optimización del sistema de producción del sanitario OP Smart?
- ¿Qué eficiencias genera la propuesta de mejora en el sistema de producción de sanitario OP Smart?
- ¿Cuál es la relación costo-beneficio, respecto a la propuesta de mejora en el sistema de producción del sanitario OP Smart?

### 1.3.3 Variables del problema.

A continuación, se muestra las variables que se identifican dentro de proceso de fabricación de sanitarios OP Smart en la empresa Corona. (Ver tabla 3)

Tabla 3.

*Variables del problema.*

<b>Independientes</b>	<b>Dependientes</b>	<b>Intervinientes</b>
Nº Total de piezas producidas	Costos de producción	Maquinaria
Nº Total de piezas rechazadas o reprocesadas	Calidad del producto	Mano de obra
Nº operarios	Productividad	Demanda de producción
Nº de pedidos solicitados	Defectos por unidad	Rotación del personal
Nº Total de accidentes	Tack time interno	Efectividad de las capacitaciones
Rentabilidad económica	OEE	Rotación del personal
Tiempo de producción	Calidad	
	Índice de riesgo	

*Nota.* Elaboración propia. 2019.

## 2. Justificación

La productividad de una empresa puede mejorar en la medida en la que planea, reduce sus costos, tiempos de producción y optimiza sus recursos tanto materiales como de mano de obra, entre otros factores que dependen de la operación interna (Dinero, 2018) por eso es de gran importancia que las empresas busquen técnicas del mejoramiento productivo así como dice Arrieta, Botero y Romano (2010):

En la actualidad, las firmas requieren mejorar permanentemente sus procesos productivos.

Una herramienta importante para lograr este objetivo es compararse con otras empresas, ya sean del mismo sector o de otros sectores, para evaluar cómo se encuentran con relación a la implementación de técnicas de mejoramiento de procesos productivos.

Para los autores es de suma importancia saber todos los detalles del proceso y del producto que se está realizando para luego tener en cuenta una autoevaluación y así poder evidenciar que se está haciendo con relación a la competencia, por lo tanto como clientes internos debemos de aclarar cada paso que se hace en el proceso, el por qué y para qué son preguntas claves que se deben de tener en cuenta al momento de replantear un proceso, para así no generar acciones negativas en el proceso que se esté manejando.

La empresa de estudio, Corona S.A.S es una empresa enfocada a la mejora continua de todos sus procesos, por lo que según la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia Andi (2018): “Durante el 2018, la economía colombiana registró una tendencia creciente pasando de un año 2017 donde durante los cuatro trimestres el crecimiento no llegaba al 2%, a niveles del orden de 2,8% en el segundo y tercer trimestre de 2018. Con estos resultados se tiene una tasa de 2,5% para los primeros tres trimestres del año y es probable que Colombia termine el 2018 con un crecimiento alrededor del 2.8%”. Al buscar siempre una mejora continua analiza sus procesos hasta que se genere el mínimo desperdicio lo cual al ser productos tan manipulados se ven expuestos a tener pérdidas y reprocesos continuamente; actualmente la producción de sanitarios OP Smart pretende eliminar los procesos que no agregan valor y si generan desperdicio para que así no se incrementen tiempos innecesarios así como dice Ohnio (1988): “Se considera desperdicio a cualquier cosa que exceda la cantidad mínima de equipos, materiales, partes, espacio, mano de obra, absolutamente esencial para añadir valor al producto” el ingeniero Taichí Ohnio quien fue conocido por diseñar el sistema de producción de una de las empresas pioneras en aplicar y generar lean Manufacturing en sus procesos, creía que cualquier actividad que se hiciera en el proceso y

que al final no generará diferencia en el aspecto físico o un paso necesario para el proceso, inmediatamente se consideraba desperdicio, y con base en esto se tenía un gasto que generaba un valor monetario al producto, debido a que se incrementaron las labores de los empleados y se realizarán movimientos con máquinas o con herramientas que no añadiría algún cambio.

Las mejoras continuas que tiene esta compañía son significativas y cada año que pasa se espera que sean mayores, es por esta razón que, en Corona S.A.S, en la línea de producción de sanitarios OP Smart la cual va a ser objeto de estudio en el proyecto, por lo que el proceso de producción es dañino para el operario, el ambiente y genera gastos innecesarios. Lo que también se busca en el conpes 3527 de productividad del gobierno actual que postula que las empresas internas deberían motivar el uso de buenas prácticas tecnológicas y que se motive la innovación en los procesos mediante la sostenibilidad verde que quiere promover el uso correcto de los recursos y materiales de los cuales están compuestos los productos; por esto es de gran importancia para Corona eliminar esos procesos que generan desperdicios y actividades que recurren al gasto de recursos.

Una gran solución que se debe implementar es reducir la cantidad de material particulado a la que está expuesto el operario en el proceso de pulido en seco, evitando los efectos negativos que no solo le generan a él si no al medio ambiente, mediante diferentes herramientas de Lean Manufacturing se espera llegar a reducir de tiempo en cada uno de los diferentes procesos al realizar el sanitario. Con un respectivo diagnóstico, permitirá evidenciar en que actividad o proceso se debe hacer más énfasis, para así con el estudio de métodos y tiempos se espera reducir todo aquel tiempo improductivo, generando a los operarios que la realización de su trabajo sea eficiente, manteniendo el nivel de productividad alcanzando los objetivos propuestos por la compañía.

El presente trabajo tiene como propósito contribuir mediante un análisis y propuesta de mejora a uno de los productos más demandados de la empresa, es por esta razón que un adecuado análisis en cada una de los sub procesos se debe hacer detalladamente como lo plantea Salazar (2019) “La etapa tradicional en el camino Lean consiste en el diagnóstico de la situación actual de la organización, para con ello diseñar un adecuado plan estratégico y conformar un óptimo equipo de trabajo”. Es de vital importancia el punto de partida, ya que desde allí es donde se empezarán tener en cuenta las diferentes metodologías con las que se pueden realizar mejoras. El objeto de este trabajo, no es solo contribuir con una propuesta de

mejora hacia el proceso, si no que a través de este mejore la calidad en el trabajo del operario, que se sienta en un lugar de trabajo cómodo y seguro.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 General**

Desarrollar una propuesta de mejoramiento al proceso de producción de sanitarios OP Smart mediante herramientas Lean Manufacturing y estudio de métodos y tiempos, que permitan disminuir tiempos improductivos y desperdicios, adicionalmente incrementar la productividad de la compañía Corona S.A.S planta Madrid.

#### **3.2 Específicos**

- Desarrollar un diagnóstico Lean Manufacturing que permita medir que procesos no agregan valor en el sistema de producción frente a Kaizen, mejora continua, VSM, Poka Yoke y diagrama de Pareto.
- Desarrollar un estudio de procesos mediante las herramientas de estudio de métodos, tiempos y movimientos identificando las variables que se ven afectadas en el proceso de producción que no agregan valor en el sanitario OP Smart.
- Analizar los resultados obtenidos del diagnóstico Lean Manufacturing y estudio procesos para realizar una propuesta de mejora en el sistema de producción de sanitarios OP Smart.
- Efectuar y analizar la simulación de procesos mediante el sistema Flexim Software que permita identificar las eficiencias de la estructura propuesta.
- Determinar la relación costo-beneficio respecto a la propuesta de mejora en el sistema de producción del sanitario OP Smart.

#### 4. Marco referencial

##### 4.1 Antecedentes de la investigación

Tabla 4.

*Antecedentes de la investigación. En la tabla se presentan los principales autores, los años de publicación, título, demostración, objetivos, metodología, resultado y referencia.*

Autor	Título	Demostración	Objetivo	Metodología	Resultado	Referencia
<b>Vides Evis, Diaz Lauren &amp; Gutierrez Jorge</b>	Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos	Mirar como integran las compañías herramientas de métodos y tiempos.	Analizar como las empresas utilizan las herramientas de métodos para aumentar la eficacia y mejorar la producción.	Conocer las herramientas de métodos y tiempos y como se puede analizar los procesos, determinar los formatos necesarios para realizar	Es una metodología que estudia cualquier industria. La distribución en planta es importante para que la empresa funcione. Permite estandarizar los tiempos de las actividades.	<a href="https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2939">https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2939</a>
<b>Tejada Noris, Gisbert victor &amp; Perez Ana</b>	Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al gsd	Analizar como la metodología de tiempos y movimientos puede ser analizada mediante el GSD en la industria de confecciones.	Medir como el estudio del tiempo de trabajo individual y grupal sirven para evaluar la efectividad del personal.	Analizar la economía de movimientos para ver como se relaciona con el diseño de los cargos y los sitios de trabajo.	Debe realizarse un correcto análisis de los movimientos de cada trabajador y también aprovechar las técnicas de GSD para aprovechar todas las características de diseño.	<a href="https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf">https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf</a>
<b>Novoa David,</b>	Propuesta de mejora de la productividad	Analizar el proceso productivo de jeans	Proponer mejoras a los puntos críticos en el	Mediante la manufactura esbelta eliminar los	Se logró identificar los puntos críticos y el cuello de botella del	<a href="https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/han">https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/han</a>
<b>Nieto Patricia</b>	Lean Manufacturing: Revisión histórica	Estudiar las herramientas, principios y aplicación de la filosofía Lean Manufacturing	Comprender el sistema de producción de Toyota y como este se vio influenciado por diferentes factores al implementarlo.	Cronograma de hechos importantes ocurridos en la filosofía. Conocer las nuevas aplicaciones de la filosofía Lean.	Es una herramienta que se puede adaptar a cualquier sector. Esta filosofía se adapta al contexto actual de los procesos de fabricación automatizada.	<a href="http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37752/TFG-I-1227.pdf?sequence=1&amp;jsAllowed=y">http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37752/TFG-I-1227.pdf?sequence=1&amp;jsAllowed=y</a>

<b>Rojas Anggela &amp; Soler Víctor</b>	Lean Manufacturing: Herramienta para mejorar la productividad en las empresas	Demostrar la importancia de la filosofía y los posibles problemas al implementarla	Importancia del Lean Manufacturing	Conceptos y herramientas importantes	Es una filosofía a la que deben adaptarse todos los trabajadores. También debe tenerse claro los factores de éxito y fracaso.	<a href="https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102320/lean%20productividad.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/102320/lean%20productividad.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
<b>Grisales Natalia, León Gonzalo, González Henry &amp; Hincapié Edgar</b>	Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas	Estudiar algunas compañías colombianas que han implementado la filosofía Lean, conociendo las dificultades que han presentado durante la implementación.	Estudio de 5 compañías colombianas que implementaron Lean y como las ha favorecido.	Entrevistas a líderes de procesos, conociendo las herramientas implementadas y las estrategias de implementación.	Poco conocimiento del termino Lean Manufacturing, se tiene claro que los trabajadores hacen parte de la implementación del mismo y para la implementación de las herramientas tiene que realizarse un estudio económico que prevenga desperdiciar recursos.	<a href="https://journal.poligran.edu.co/index.php/poliantea/article/view/994/772">https://journal.poligran.edu.co/index.php/poliantea/article/view/994/772</a>
<b>Bances Roberto</b>	Implementación de lean manufacturing para mejorar la productividad en el taller metalmecánica wensay aceros s.a., puente piedra, 2017	Las herramientas Lean permiten el estudio de todo el proceso de producción del taller.	Determinar y proponer como mejorar el proceso de producción mediante las herramientas Lean.	Se realizó un diagnóstico de los procesos de producción del taller analizando como estos podían ser optimizados mediante la filosofía Lean.	Si se implementa el Lean se evidencian mejoras de la productividad, eficiencia, lead time, se estandariza el proceso y mejora el desempeño del proceso.	<a href="http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/1387/Bances_PR.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://181.224.246.201/bitstream/handle/UCV/1387/Bances_PR.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
<b>Beltrán Ana</b>	“El Lean Manufacturing como factor asociado a la reducción de tiempos en la producción y comercialización de leche en APROLEQ”	Aplicación de una herramienta Lean a un caso real de una compañía de leche la cual presenta problemas en el área de producción y transporte	Herramienta Lean para la reducción de tiempos y optimización de la producción.	Herramientas cuantitativas y cualitativas que permitan la recolección de datos y descripción del problema	Implementación de las herramientas Lean Manufacturing para reducir recursos, se presentan problemas en los tiempos de entrega debido a que se presentan actividades innecesarias y se necesita capacitación de los socios en relación a la normatividad.	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28192/1/492%20O.E..pdf">http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28192/1/492%20O.E..pdf</a>
<b>Tapia Jessica, Escobedo Teresa, Barrón Enrique, Martínez Guillermina &amp; Esteban Virginia</b>	Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria	Analiza las herramientas y el uso de la filosofía Lean Manufacturing dentro de las diferentes industrias.	Dar a conocer la manera en la que se utilizan las herramientas Lean Manufacturing.	Se realizó mediante la descripción y comparación de cada herramienta con un caso real.	Se concluyó como cada herramienta permite que ciertos sectores se caractericen por ser Lean dependiendo del problema que la compañía tenga.	<a href="https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf">https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf</a>

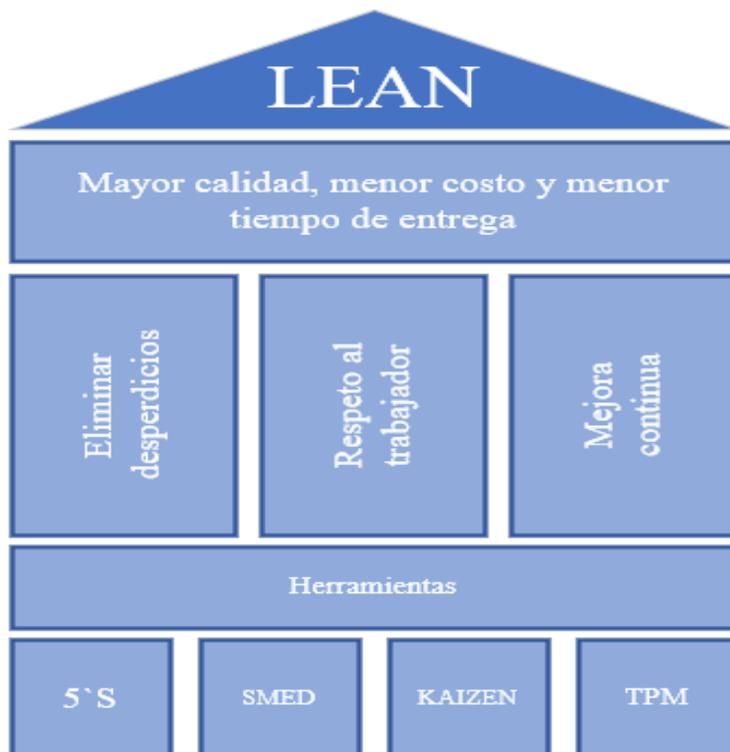
Nota. Autoría propia

## 4.2 Marco teórico

“Un proceso de producción es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo último es la satisfacción de la demanda”. (EAE, 2017).

“Para saber qué es un proceso de producción es necesario atender a sus etapas. Cada una de ellas interviene de forma decisiva en la consecución del objetivo final, que no es otro que la transformación de los productos y/o servicios con el fin de que estos puedan lograr la satisfacción del cliente”. (EAE, 2017).

“El Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores y países se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial” (Hernández, J.; Vizán. A., 2013 p.6).



**Figura 17.** Casa de la filosofía de Lean Manufacturing. Elaboración propia (2020).

“Lean Manufacturing (LM) ha sido seguido por empresas que desean aumentar su competitividad en el mercado, obteniendo mejores resultados a la vez que emplean menos recursos” (Tejada, 2011 p.277).

“La manufactura esbelta o Lean Manufacturing también es definida como aquellas herramientas que ayudan a eliminar procesos innecesarios sin generar efectos en la mano de obra ya que se mantiene su personificación, algunas de las herramientas presentes son: Tackt Time, 5’S, Ocho desperdicios, Control visual, Células de manufactura, Poka-Yoke, Jidoka, Kaizen, Kanban, Smed, Heijunka, TPM, VSM y JIT.” (Tapia J., Escobedo T., Barrón E., Martínez G. & Estebane V., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 172, 173, 174, 175).

“El Tackt Time hace referencia a el tiempo utilizado para producir productos para cumplir con una demanda, el cual es revisado si no se logra cumplir con la demanda de los productos” (Nieto, P., Lean Manufacturing: revisión histórica, 2019 p. 59).

“ La herramienta de las 5’S permite un control no solo de la producción sino también de la mano de obra ya que permite que esta adquiera ciertos criterios de cultura organizacional lo que le ayuda a hacer su trabajo de manera más eficiente, esta se basa en: Clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina; con estas 5 bases los trabajadores tienen una guía que ayuda a cumplir sus funciones” (Tapia J. et al, Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 172).

“Los ocho desperdicios o mudas hace referencia a una herramienta que permite eliminar de esos procesos todo lo que genera desaprovechamiento de recursos o es innecesario, estas se presentan de las siguientes maneras: sobreproducción, exceso de inventario, retardos (esperas y/o paros), transporte, desplazamientos y movimientos innecesarios, sobre procesamiento, rechazos (fallos y defectos), y la última hace referencia a la poca utilización del talento” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 172, 173). (Ver figura 17).



**Figura 18.** Los 8 tipos de desperdicios Lean Manufacturing. Marmolejo J. (2020).

“Con la herramienta Control Visual, se identifica el proceso y con ayuda de esta cualquiera que observe puede determinar los errores y las deficiencias durante la fabricación, dentro de esta herramienta se encuentra el sistema Andón el cual nos permite localizar los problemas resaltándolos” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 173).

“Las células de manufactura agrupa todas las actividades del proceso lo que permite identificar aquello que genera problemas en el resultado del producto final, estas células al tener en cuenta cada aspecto que afecta el producto y analizar el momento adecuado para realizar mantenimiento” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 173).

“La herramienta Poka Yoke permite identificar esos errores que se realizan desde el inicio hasta el final del proceso de producción cometidos por humanos, con el fin de evitar que ocurran” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 173).

“La herramienta Jidoka corresponde a automatizar los procesos con alarmas que identifiquen la falla dentro del sistema permitiendo que se detenga este y se coloque mayor atención al momento de realizar el producto, esta herramienta también genera compromiso

de parte del operario y de las áreas a quienes compete la realización de producto” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 173, 174).

“La herramienta Kaizen es la que más involucra a todas las áreas de la compañía ya que significa mejorar dentro de las funciones que realizo continuamente, teniendo claro los errores y como mejorarlos” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 174).

“Kanban es una herramienta que permite conocer desde un inicio que materiales se requieren para el desarrollo de la producción y así determinar la secuencia del mismo, esta herramienta también permite que el área de compras conozca el momento adecuado en el que debe realizar la adquisición de alguna parte o material importante” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 174).

“El sistema SMED permite reducir tiempo de la capacidad el cual es utilizado para procesar el producto y se realiza con el fin de reducir el tiempo de realización del producto en determinadas etapas que se vuelven cuello de botella” (Tapia J. et al., Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria, 2017 p. 174).

“Otra herramienta que utiliza la filosofía Lean es la de JIT (Just In Time) la cual hace referencia a producir estrictamente lo necesario lo que también es aplicable a las actividades de producción del producto” (Nieto, P., Lean Manufacturing: revisión histórica, 2019 p. 35,36).

La Manufactura Esbelta es la base fundamental para la implementación y el éxito de los sistemas en las empresas; es una estrategia administrativa que permite la generación de valor mientras se reducen los desperdicios (Womack, 1996 p. 144).

Los estudios de métodos y tiempos permiten estudiar los procesos de producción analizando cada una de las actividades que se realizan en este, así como dice algunos autores:

“Los estudios de métodos y tiempos juegan un papel importante en la productividad de cualquier empresa. Medir y establecer cuánto tiempo se invierte en el trabajo permite identificar aquellas tareas que, por alguna razón, influyen de manera negativa en el rendimiento de la compañía y, así, diseñar estrategias para corregirlas”. (Vides, Diaz & Gutiérrez, 2010 p. 1).

El estudio de métodos y tiempos se realiza para cumplir algunos objetivos primordiales para las compañías como lo son:

“mejorar los procesos y los procedimientos; mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como de los modelos para disposición de máquinas e instalaciones; optimizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga, mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra y crear mejores condiciones de trabajo” (Vides, Diaz & Gutiérrez, 2010 p. 2).

Este estudio permite a las compañías con ayuda de las herramientas Lean Manufacturing desarrollar un mejor análisis de los procesos con el fin mejorar continuamente los procesos.

El OEE es una herramienta que permite analizar cada uno de los tiempos, en los cuales facilita observar en que se tiene que mejorar, este se divide en disponibilidad, rendimiento y calidad. Según Touron (2016):

“El OEE es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. Sus siglas corresponden al término inglés Overall Equipment Effectiveness o Eficacia Global de Equipos Productivos”

Es por esto que una correcta implementación del OEE ayuda a determinar los tiempos en los que existen pérdidas.

### **4.3 Marco conceptual**

El marco conceptual de la investigación está enfocado en la utilización de conceptos claves que se presentan en la industria cerámica y en dos de las herramientas que serán utilizadas para la solución del problema anteriormente presentado como lo son la filosofía Lean Manufacturing y el estudio de métodos y tiempos, estos conceptos se observan en la figura 19.

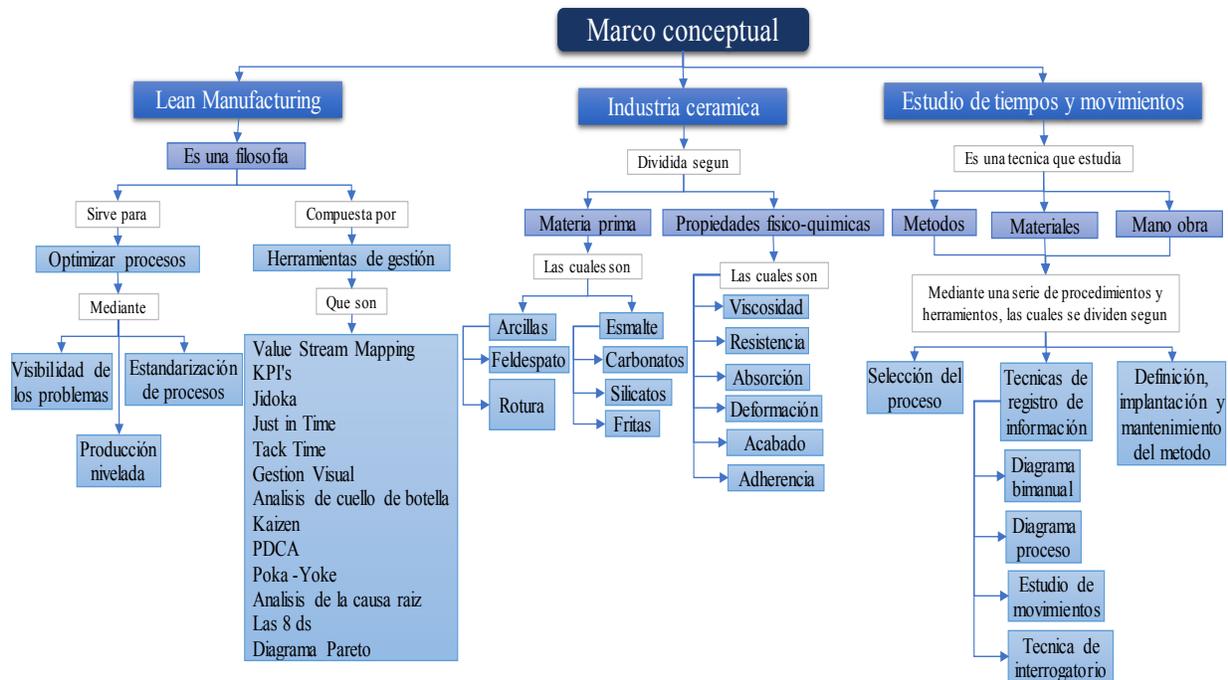


Figura 19. Marco conceptual de la investigación. Elaboración propia (2020).

#### 4.3.1 Materia prima.

La producción cerámica de sanitarios, en el caso de estudio requiere de materias primas de alta calidad para así no generar producto no conforme, algunas de las utilizadas para la fabricación son:

- Arcillas, tierra molida compuesta por silicatos de aluminio que al mezclarse con agua y con gases anhídridos carbónicos forman una mezcla moldeable que al exponer a temperaturas altas se endurece lo que permite crear vajillas, lavamanos, sanitarios, baldosas, entre otras piezas cerámicas.
- Feldespato, corresponden a minerales que se encuentran en las rocas, las cuales corresponden a silicatos de aluminio y calcio; en el proceso cerámico que sirve para vidriar el material.
- Rotura cocida, definida por la compañía como las piezas que reutilizan como materia prima debido a que por imperfecciones no pueden ser comercializadas.
- Fritas, es un componente que se añade a los esmaltes para darle la fase vítrea que estos necesitan.

- Esmalte, corresponde a un barniz el cual se aplica a las piezas cerámicas con el fin de embellecer a las piezas y darles la propiedad vítrea que estas requieren para comercializarlas y no perder su color durante el uso.

#### **4.3.2 Propiedades físico-químicas.**

Dichas materias primas necesitan tener ciertas cualidades las cuales permiten moldear y embellecer las piezas para que estas puedan ser comercializadas, estas características son:

- Viscosidad, propiedad de un fluido que ofrece resistencia a la mezcla.
- Resistencia, propiedad que se requiere en los productos cerámicos al verse expuestos a fuerzas externas como lo pueden ser temperatura o carga.
- Absorción, proceso donde se incorporan 2 o más fluidos lo que permite a la cerámica secarse y aumentar su peso.
- Deformación, defecto que se presenta en la cerámica cuando la pieza es sometida a excesos de temperaturas o materiales inadecuados.
- Adherencia, unión de dos o más elementos que permiten adquirir mayores propiedades en la pieza cerámica al mezclarse con el esmalte.
- Espesor, densidad o grosor que adquiere la pieza al realizar el proceso de moldeo mediante la mezcla de las materias primas y la temperatura ambiental y del proceso.

#### **4.4 Marco legal**

La siguiente tabla representa la normatividad que tiene el proceso de fabricación de sanitarios OP Smart para poder ejecutarse de manera segura, viable y legal en Colombia. (Ver tabla 5)

Tabla 5.

*Marco legal de la investigación.*

<b>Norma</b>	<b>Nombre</b>	<b>Detalle</b>
ISO 9001	Sistemas de Gestión de Calidad	Se requiere como certificación de la mejora de calidad de productos y servicios con enfoque en los clientes.
ISO 14001	Sistemas de Gestión Medioambiental	Ayuda a proteger el medio ambiente antes, durante y después de la fabricación de sanitarios; mediante la mitigación del riesgo ambiental.
ISO 28000	Seguridad de la Cadena de Suministro	Permite evaluar el sistema de seguridad del proceso de fabricación e identificar las áreas que requieran medidas correctoras
ISO 14006	Gestión del Eco diseño	Ayuda a proteger el medio ambiente en todo el ciclo de vida del producto a fabricar
NTC 920	Aparatos sanitarios de cerámica	Se requiere para la fabricación certificada de sanitarios según sus materiales y aparatos. También se establecen los requisitos de desempeño del inodoro
NYC 5757	Etiquetas ambientales tipo I sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para aparatos sanitarios de alta eficiencia	Requisitos ambientales para aparatos sanitarios como, requisitos de materiales, consumo de agua, rotulados del producto y aptitud para el uso.
NTC 1644	Accesorios de suministros en fontanería	Se encarga de aquellos accesorios que se encuentran en la línea de suministro.
NTC 17067	Evaluación de la conformidad. fundamentos de la certificación de productos y directrices para los esquemas de certificación de productos	Fundamentos para la certificación de productos.
Resolución 631/2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de Alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.	Se aplica para quienes realizan vertimientos de cuerpos de aguas superficiales.
Resolución 6982/2011	Por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire.	Controla la producción de residuos que afectan la atmósfera.
NTC 4381/2000	Cerámicos especificaciones para morteros de ligante mezclado (cemento-portland-látex)	Normativa para pegante de cerámicos.

*Nota.* Autoría propia.

## 5. Marco metodológico

### 5.1 Tipo de investigación

El presente trabajo representa una investigación según su objetivo es **aplicativa**, por lo que se van a utilizar todos los conocimientos antes adquiridos en todo el proceso de la carrera para así poder solucionar el problema mencionado anteriormente. Según su objeto de profundización es **descriptiva** debido a que se realizara en una serie de pasos los cuales permitirán cumplir con los objetivos generales y específicos que se plantearon anteriormente y también es **exploratoria** debido a que se analizaran las causas y efectos que el problema genera en la compañía Corona S.A. Se clasifica según el tipo de datos es una investigación tanto **cualitativa** como **cuantitativa**, debido a que se analizaran datos de imagen y calidad del producto que son observables como también tiempos y producción. Las variables anteriormente mencionadas harán que la investigación sea **cuasi experimental** ya que no se tiene el control de todas las variables a manejar. Esta investigación será de carácter **deductivo** ya que se pretende realizar la verificación de unas hipótesis planteadas, también se clasifica según el periodo de tiempo en **longitudinal** debido a que se analizará a lo largo de un periodo un determinado proceso de producción que cuenta con unas variables a observar.

### 5.2 Variables de la investigación

Las variables que intervendrán el presente proyecto se identifican en la tabla 6:

Tabla 6.

#### *Variables de la investigación*

<b>Independientes</b>	<b>Dependientes</b>	<b>Intervinientes</b>
Nº Total de piezas producidas	Costos de producción	Maquinaria
Nº Total de piezas rechazadas o reprocesadas	Calidad del producto	Mano de obra
Nº operarios	Productividad	Demanda de producción
Nº de pedidos solicitados	Defectos por unidad	Rotación del personal
Nº Total de accidentes	Tack time interno	Efectividad de las capacitaciones
Rentabilidad económica	OEE	Rotación del personal
Tiempo de producción	Calidad	
	Índice de riesgo	

*Nota.* Elaboración propia. (2019).

### 5.3 Hipótesis de la investigación

Es factible determinar todas aquellas actividades que no agregan valor al proceso de fabricación del sanitario OP Smart por medio de algunas herramientas de Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos.

H1: Si se mejora la disponibilidad, la eficiencia y calidad del proceso se tendrán un incremento en la productividad global (OEE).

HO: Si no se mejora la disponibilidad, la eficiencia y calidad del proceso no se tendrán un incremento en la productividad global (OEE).

### 5.4 Tamaño poblacional y muestra

En la empresa corona S.A.S en la fabricación de sanitarios OP Smart, se realizan 288 piezas al día aproximadamente, trabajando 3 turnos (De 6:00am a 2:00pm, de 2:00pm a 10:00pm y de 10:00pm a 6:00am), en la tabla 7 se muestran los cargos que se estudiarán en la investigación.

Tabla 7.

*Tabla de cargos proceso sanitario OP Smart*

Cargos
Moldeadores
Ayudantes
Facilitadores y Instructor
Pulidor
Operadores de robot
Cargadores
Empacadores
Total

*Nota: Elaboración propia (2019).*

Teniendo en cuenta la cantidad de operarios en cada actividad determino el tamaño muestral teniendo presente que la población está comprendida en promedio por 12 personas en total la muestra es similar al tamaño poblacional. Debido a que se conoce la cantidad de operarios por proceso se toma una ecuación de tamaño finita, como se muestra en la ecuación (1).

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

*Nota: Recuperado de PSYMA (2019).*

Donde:

- $N$  = Tamaño de la población
- $Z$  = Con una seguridad del 95%, 1.96
- $p$  = Proporción esperada
- $q = 1 - p$
- $d$  = precisión, en este caso 5%

En la tabla 8 se puede contemplar las actividades del proceso, los operarios a cargo y la muestra para cada cargo. Teniendo un total de 288 sanitarios procesados durante un día, en el proceso de colaje se realizan 3 llenadas de las cuales se producen 48 sanitarios. Al proceso de secado ingresan 7 arañas cargadas con 12 sanitarios en los turnos de la mañana y la tarde y 8 arañas en la noche, al proceso de pulido ingresan 80 piezas y salen 60 piezas aproximadamente, al siguiente proceso ingresan sanitarios y por último en el proceso de quema ingresan sanitarios que pasan al proceso de empaque. En la siguiente tabla se puede evidenciar el tamaño poblacional que se ve afectado y la cantidad de piezas que se manejan durante la realización de cada actividad del sistema.

Tabla 8.

*Tabla de tamaño muestral por procesos*

Proceso	Cargos	N (Poblacional)	n (Muestral)	Unit/diarias	Rotura/diaria
Colaje	Moldeadores	21	20	288	8
Pre-secado	Ayudantes	9	9	273	2
Secado	Facilitadores y Instructor	3	3	273	2
Pulida	Pulidor	3	3	249	17
Esmaltado	Operadores de robot	21	20	246	1
Quema	Cargadores	12	12	246	1
Empaque	Empacadores			215	38
Total	Total	69	59		

*Nota:* Elaboración propia. (2020).

## 5.5 Proceso metodológico

La metodología implementada en el proyecto es de carácter cualitativa y cuantitativa, cualitativa debido al amplio estudio que se realiza sobre el historial y las herramientas del Lean Manufacturing y por otra parte un amplio estudio de campo en el proceso en la empresa Corona S.A.S para conocer previamente lo que se va a tener en cuenta en el método cualitativo. En la tabla 9 se explica la metodología aplicada para en cuanto al desarrollo de cada uno de los objetivos específicos que permitirán desarrollar el objetivo principal.

Tabla 9.

*Metodología aplicada.*

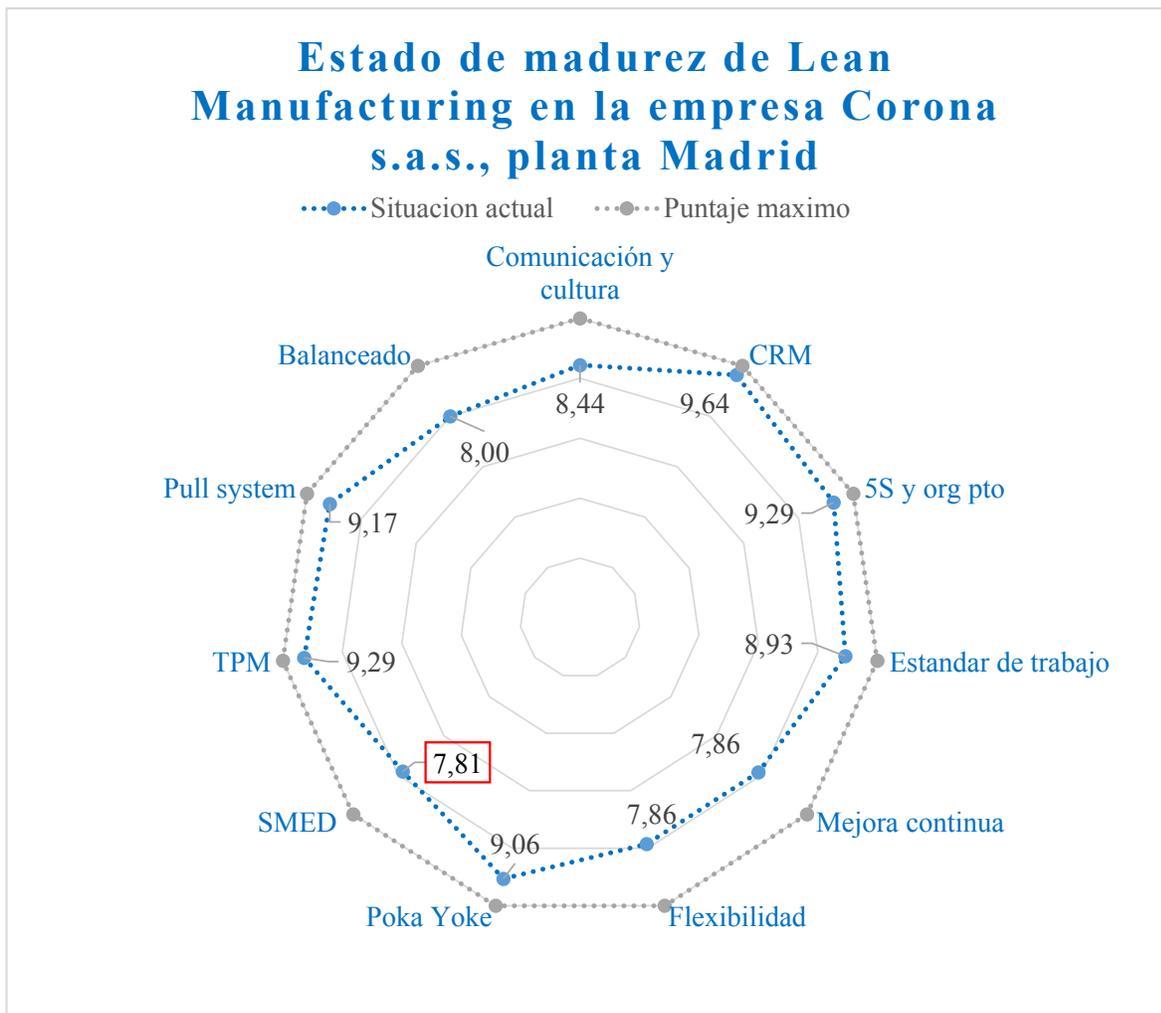
Variables Investigación	Sistematización Problema	Objetivo Especifico	Proceso Metodológico	Instrumento Recolección de la Información
Productividad, Rotación de personal, demanda de producción, maquinaria y N° pedidos solicitados	¿Qué actividades no agregan valor o generan desperdicios segun algunas herramientas de Lean Manufacturing al sistema de produccion de la OP Smart?	Desarrollar un diagnostico Lean Manufacturing que permita medir que procesos no agregan valor en el sistema de producción frente a Kaizen, mejora continua, VSM, Poka Yoke y diagrama de Pareto.	Identificar los 7 desperdicios y actividades que no generan valor durante el proceso de fabricacion de la One Piece Smart (sobrepesamiento, movimientos innecesarios), Impactos que genera (Sobrecostos, enfermedades).	Diagnostico Lean Manufacturing, toma de tiempos y movimientos, VSM y pareto
Mano de obra, N° piezas producidas, Tack Time, capacidad, maquinaria, demanda de producción, calidad y N° total de piezas rechazadas o reprocesadas	¿Qué variables se ven afectadas en los procesos de producción que no agregan valor o generan desperdicios en el sanitario OP Smart?	Desarrollar un estudio de procesos mediante las herramientas de estudio de métodos, tiempos y movimientos identificando las variables que se ven afectadas en el proceso de producción que no agregan valor en el sanitario OP Smart.	Mediante el estudio de metodos y tiempos que mediante el ciclo PHVA se determinara como ocurren los desperdicios y	Toma de tiempos y movimientos y diagrama pareto
Mano de obra, N° piezas producidas, Tack Time, capacidad, maquinaria, demanda de producción, calidad y N° total de piezas rechazadas o reprocesadas	¿Que propuesta de mejora se puede aplicar al sistema de produccion segun las herramientas del diagnostico Lean Manufacturing y del estudiode tiempos y movimientos que permitira la optimizacion del sistema de produccion del sanitario OP Smart ?	Analizar los resultados obtenidos del diagnostico Lean Manufacturing y estudio procesos para realizar una propuesta de mejora en el sistema de producción de sanitarios OP Smart.	Analizar la informacion recolectada en los objetivos anteriores con el fin de realizar propuestas de mejorar que optimicen el proceso	Diagnostico Lean Manufacturing, toma de tiempos y movimientos, VSM y pareto
Software simulador, Tack Time, Maquinas, N° operarios, demanda de producción	¿Que eficiencias genera la propuesta de mejora en el sistema de producción de sanitario OP Smart?	Efectuar y analizar la simulación de procesos mediante el sistema Flexim o Simio Software que permita identificar las eficiencias de la estructura propuesta.	Realizar el montaje, registrar las variables y tiempos en el simulador, y por ultimo ejecutar la simulacion	Software Flexim o Simio, correr simulador, analisis de resultados
Costo de producción, N° de operarios, demanda de producción	¿Cuál es la relación costo-beneficio, respecto a la propuesta de mejora en el sistema de producción del sanitario OP Smart?	Generar la relación costo-beneficio del proceso de mejoramiento.	Junto con el responsable encargado del proceso y el tutor que lleva el trabajo de investigación se realizaran conclusiones que efectúen la mayor optimización y un correcto cambio al proceso	Graficas de costos, instrumento de recolección de precios.

*Nota.* Elaboración propia. (2020).

## 6. Resultados de investigación

### 6.1. Diagnostico Lean Manufacturing

Para el desarrollo del presente trabajo se requiere la recolección de información mediante trabajo de campo al sistema de producción del sanitario OP Smart a lo largo de varios días con la ayuda de funcionarios operativos y administrativos, es así como se realizó un diagnostico Lean Manufacturing analizando herramientas como Comunicación y cultura, CRM, 5'S & ORG PTO, STD TRABAJO, Mejora Continua, Flexibilidad, Poka Yoke, SMED, TPM, Pull Sistem y Balanceado, en la cual se evidencio lo siguiente:



**Figura 20.** Resultado global diagnostico Lean Manufacturing. Elaboración propia. (2020)

Estos resultados evidencian que en relación al método SMED la planta presenta un menor puntaje con respecto a las demás categorías con 7,81 puntos. También se pudo determinar que la empresa Corona S.A.S. planta Madrid cuenta con una implementación del Lean

Manufacturing maduro como se puede evidenciar en la siguiente tabla, donde en total se obtuvo 95,34 puntos en total (ver tabla 15).

Tabla 10.

*Tabla resultado global diagnostico Lean Manufacturing*

#	Puntuaciones por Categoría	Abv.	Puntuación	X10	Puntuación corregida	Target Score
1	Comunicación y cultura	C&C	0,84	10	8,44	10
2	CRM	CRM	0,96	10	9,64	10
3	5S y org pto	5S's	0,93	10	9,29	10
4	Estandar de trabajo	STD	0,89	10	8,93	10
5	Mejora continua	MC	0,79	10	7,86	10
6	Flexibilidad	FLEX	0,79	10	7,86	10
7	Poka Yoke	PY	0,91	10	9,06	10
8	SMED	SM	0,78	10	7,81	10
9	TPM	TPM	0,93	10	9,29	10
10	Pull system	PS	0,92	10	9,17	10
11	Balanceado	BAL	0,80	10	8,00	10
<b>Puntuación total</b>					<b>95,34</b>	<b>110</b>

*Nota:* Elaboración propia.

El diagnostico Lean que se realizó en cada una de las áreas ayudo a realizar el respectivo análisis frente a la compañía Corona S.A.S en la planta Madrid, se evidencio que unos de sus fuertes es el CMR con 9,64 puntos, 5's con 9,29 puntos al igual que TPM, sin embargo, en la que se puede agregar valor es en SMED, la cual fue la que tuvo un menor puntaje frente a las otras categorías, por lo que se pudo evaluar si en los diferentes procesos se planifican con la suficiente antelación y precisión, además se analizó si los operarios están informados y conocen con detalle el proceso al cual pertenecen además de las políticas de la compañía, si se adueñan de los equipos y están preparados para un posible cambio rápido de estación de trabajo aportando a la mejora continua. Por lo que SMED fue la que más tuvo relevancia respecto a si se ha desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario.

A través de la herramienta de Lean Manufacturing conocida como VSM la cual permitió mediante un mapeo representar el estado actual del sistema de producción para así poder identificar las actividades que no agregan valor o generan desperdicios y así posteriormente proponer mejoras y presentar un nuevo VSM con el estado futuro.

## 6.2. VSM

En el siguiente mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping) para el proceso actual de producción en los sanitarios One Piece Smart pretende identificar de manera gráfica el flujo de información que se tiene, con la finalidad de identificar cual o cuales son los procesos o actividades que no agregan valor y así hallar una solución o si es posible eliminar dicha actividad, gracias al VSM se pueden encontrar oportunidades de mejora para llegar a aumentar la productividad y ayuda a representar gráficamente beneficios como: fuentes de desperdicio, lenguaje común, comunicación efectiva y muestra el enlace entre la información interna y el flujo de materia prima.

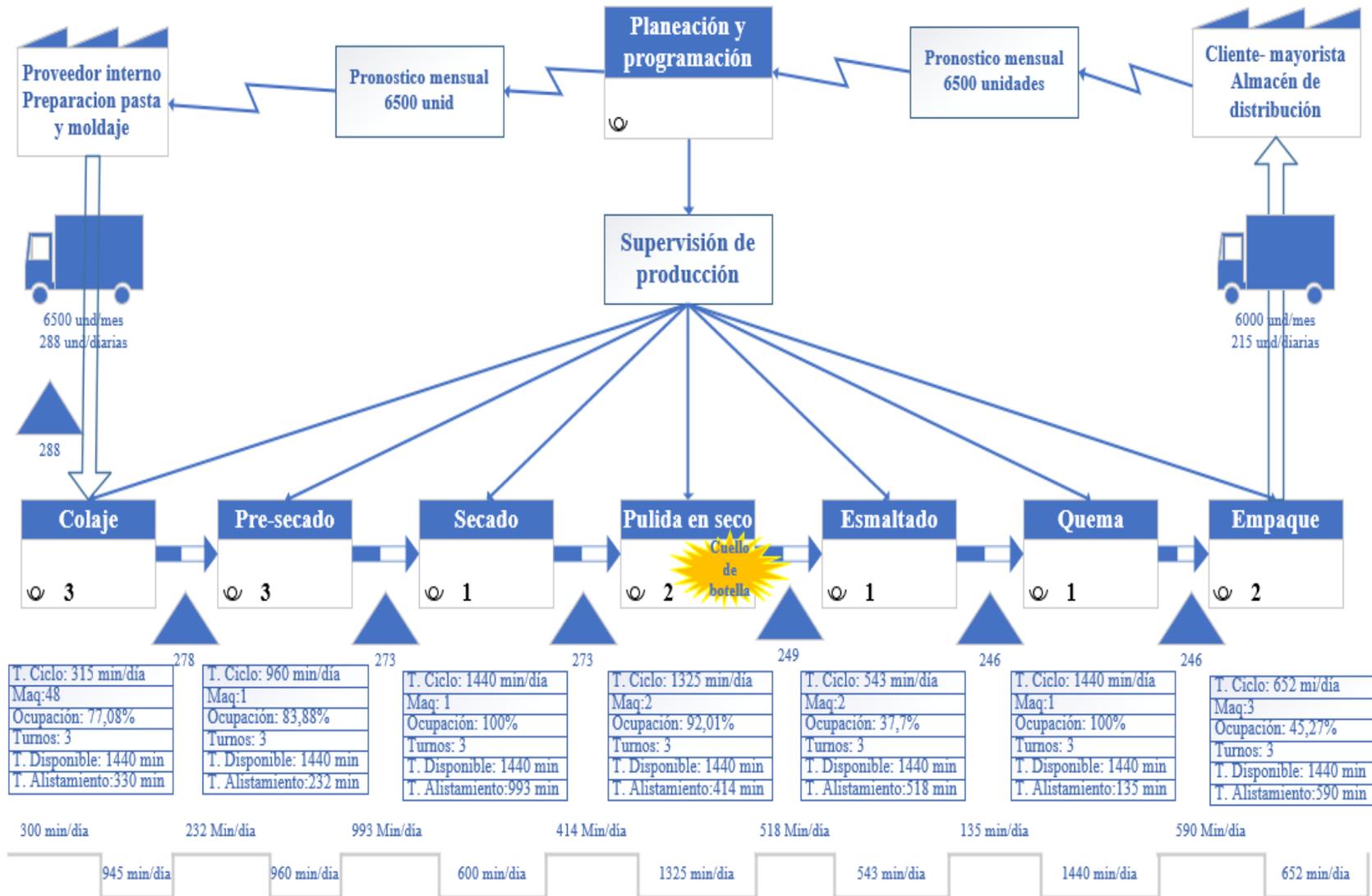


Figura 21. VSM actual sistema de producción sanitario OP Smart. Elaboración propia.

De acuerdo con el análisis al VSM actual del sistema, se pudo concluir que los procesos que más tardan son quema y pulido en seco, pero el proceso de quema es una actividad estandarizada que requiere este tiempo para una buena consolidación de la pieza cumpliendo los estándares por lo cual no se puede reducir; Por otro lado, el proceso de pulido en seco si se le pueden realizar mejoras ya que retrasa el flujo adecuado del sistema. Debido a que su tiempo de ejecución es de 1325 min por 250 unidad, mayor con respecto al tiempo de los demás procesos que se realizan para la fabricación del sanitario OP Smart (el proceso de quema que requieren los sanitarios debe ser de dicho tiempo), lo que también afecta el flujo del sistema de producción por eso se justifica un análisis profundo al área para así lograr identificar porque el proceso genera desperdicios que disminuyen la productividad del proceso.

### **6.3. Toma de tiempos**

Después del análisis realizado con el VSM en el cual se pudo determinar que el proceso de pulido en seco es una de las actividades que retrasa el flujo del sistema de producción ya que tarda mayor tiempo con respecto a los demás procesos, por ello se realizó un estudio de tiempos con la ayuda de un cronometro para el cual se estableció que según la tabla Westinghouse la cantidad de observaciones que se debían realizar según el tiempo de ciclo que se demora en producirse una pieza lo cual se determinó según la cantidad de piezas ofertadas mensualmente la cual corresponde a 6000 sanitarios mes aproximadamente 72000 sanitarios al año y su tiempo de ciclo es de 1325min/und día lo que equivale a que un sanitario tarda aproximadamente 5,3 minutos en el proceso de pulido en seco, lo que según la tabla Westinghouse si la actividad se realiza más de 10000 veces al año y su tiempo de ciclo es 0,088 se deben tomar entre 15 y 20 observaciones (ver tabla 11).

Tabla 11.

*Tabla Westinghouse*

Cuando el tiempo por pieza o ciclo es:	Número mínimo de ciclos a estudiar		
	Actividad más de 10000 por	1000 a 10000	Menos de 1000
1,000 horas	5	3	2
0,800 horas	6	3	2
0,500 horas	8	4	3
0,300 horas	10	5	4
0,200 horas	12	6	5
0,120 horas	15	8	6
0,080 horas	20	10	8
0,050 horas	25	12	10
0,035 horas	30	15	12
0,020 horas	40	20	15
0,012 horas	50	25	20
0,008 horas	60	30	25
0,005 horas	80	40	30
0,003 horas	100	50	40
0,002 horas	120	60	50
Menos de 0,002 horas	140	80	60

*Nota:* Recuperado de: García R. (2011) Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo.

Segunda edición

El proceso de pulido en seco consiste en eliminar aquellas imperfecciones que se generan en el sanitario lo cual es una actividad que agrega valor, pero genera desperdicios debido al tiempo empleado para realizarlo, los costos que en los que se incurre al requerir de aire comprimido, generar material particulado y convertirse en cuello de botella para el sistema. Se realizó una toma de tiempos durante varios días al proceso de pulido con el fin de analizar los movimientos que se ejecutan durante la actividad, los cuales se observan en las siguientes tablas y se clasifican en tomar la pieza de la araña (1), inspección (2), pulido (3), Soplado (4), esmaltado de tanque (5), marcar (6) y llevar pieza a banda transportadora (7), en la tabla 16 se observa los tiempos tomados a diferentes pulidores.

Tabla 12.

*Tiempos del proceso de pulido en seco*

Fecha: 30/07/19		PULIDO OP SMART							REF O2918	
3:03 PM	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	seg	
PULIDOR	TOMAR PIEZA DE LA ARAÑA	INSPECCIÓN	PULIDA	SOPLADO	ESMALTADO TANQUE	MARCAR	LLEVAR PIEZA A BANDA TRA.	TOTAL	seg	
227	00:10,0	00:34,0	02:31,0	01:08,0	00:06,0	00:03,0	00:21,0	04:53,0	293	
227	00:12,0	01:40,0	02:55,0	01:02,0	00:05,0	00:05,0	00:22,0	06:21,0	381	
227	00:14,0	00:34,0	02:38,0	01:12,0	00:05,0	00:05,0	00:24,0	05:12,0	312	
227	00:15,0	00:49,0	02:44,6	01:06,0	00:05,0	00:05,0	00:09,3	05:13,9	336	
<b>TOTAL</b>	00:12,8	00:54,3	02:42,2	01:07,0	00:05,2	00:04,5	00:19,1	05:25,0	331	

Fecha: 13/02/20		PULIDO OP SMART							REF O2918	
9:38 AM	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	seg	
PULIDOR	TOMAR PIEZA DE LA ARAÑA	INSPECCIÓN	PULIDA	SOPLADO	ESMALTADO TANQUE	MARCAR	LLEVAR PIEZA A BANDA TRA.	TOTAL	seg	
204	00:17,0	00:46,0	02:19,0	01:16,0	00:03,0	00:04,0	00:14,0	04:59,0	299	
204	00:17,0	01:04,0	01:58,0	02:14,0	00:04,0	00:10,0	00:14,0	06:01,0	361	
204	00:16,0	01:00,0	02:15,0	02:23,0	00:05,0	00:04,0	00:14,0	06:17,0	377	
204	00:22,0	01:26,0	02:05,0	01:33,0	00:04,0	00:08,0	00:11,0	05:49,0	349	
204	00:15,0	01:07,0	02:11,0	01:15,0	00:05,0	00:04,0	00:13,0	05:10,0	310	
204	00:19,0	01:11,0	02:07,0	01:40,0	00:07,0	00:06,0	00:16,0	05:46,0	346	
<b>TOTAL</b>	00:17,7	01:05,7	02:09,2	01:43,5	00:04,7	00:06,0	00:13,7	05:40,3	340	

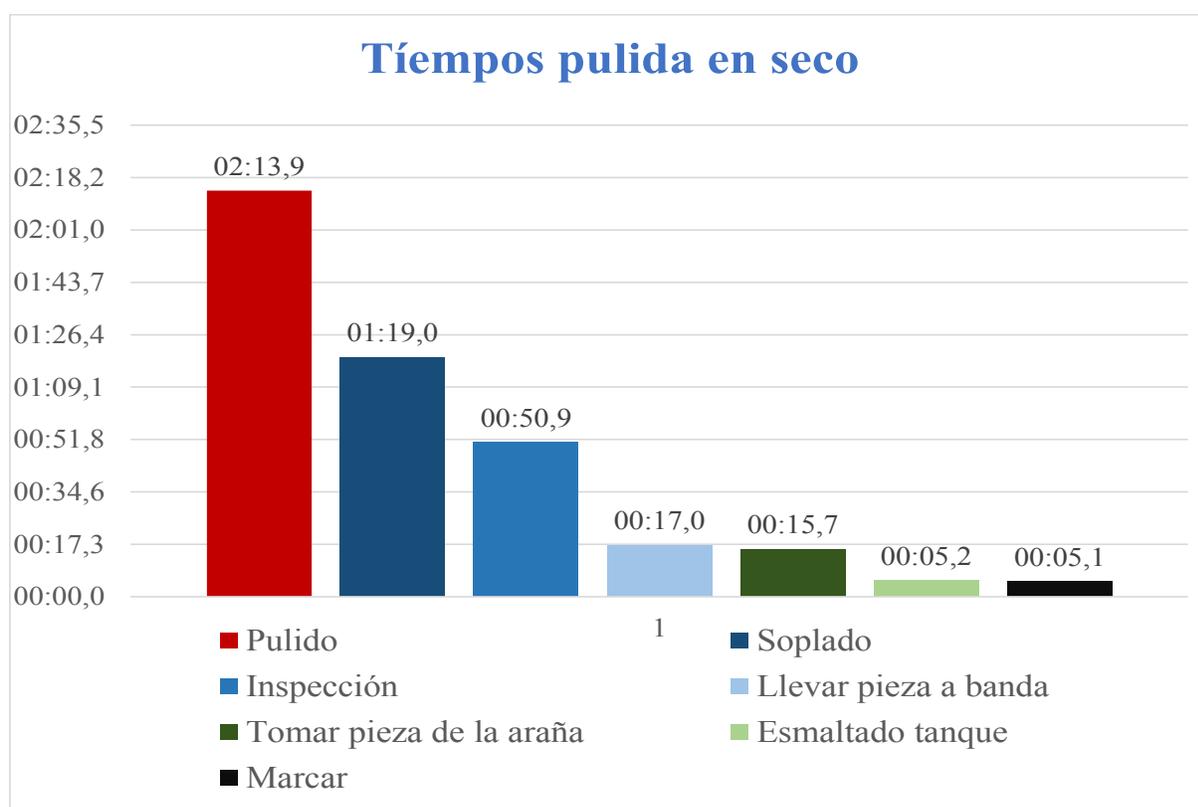
Fecha: 13/02/20		PULIDO OP SMART							REF O2918	
9:38 AM	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	seg	
PULIDOR	TOMAR PIEZA DE LA ARAÑA	INSPECCIÓN	PULIDA	SOPLADO	ESMALTADO TANQUE	MARCAR	LLEVAR PIEZA A BANDA TRA.	TOTAL	seg	
251	00:21,0	00:26,0	01:41,0	00:59,0	00:04,0	00:04,0	00:13,0	03:48,0	228	
251	00:12,0	00:28,0	01:37,0	01:08,0	00:05,0	00:04,0	00:12,0	03:46,0	226	
251	00:15,0	00:43,0	01:44,0	00:51,0	00:05,0	00:03,0	00:16,0	03:57,0	237	
251	00:16,0	00:29,0	01:48,0	01:17,0	00:07,0	00:05,0	00:21,0	04:23,0	263	
251	00:17,0	00:33,0	02:13,0	00:55,0	00:06,0	00:07,0	00:26,0	04:37,0	277	
251	00:15,0	00:42,0	01:48,0	01:23,0	00:05,0	00:06,0	00:22,0	04:41,0	281	
251	00:20,0	00:29,0	02:02,0	01:12,0	00:08,0	00:05,0	00:17,0	04:33,0	273	
<b>TOTAL</b>	00:16,6	00:32,9	01:50,4	01:06,4	00:05,7	00:04,9	00:18,1	04:15,0	255,000	

		PULIDO OP SMART							REF O2918	
	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	seg	
PROCESO	TOMAR PIEZA DE LA ARAÑA	INSPECCIÓN	PULIDA	SOPLADO	ESMALTADO TANQUE	MARCAR	LLEVAR PIEZA A BANDA TRA.	TOTAL	seg	
<b>PROMEDIO</b>	00:15,7	00:50,9	02:13,9	01:19,0	00:05,2	00:05,1	00:17,0	05:06,8	309	

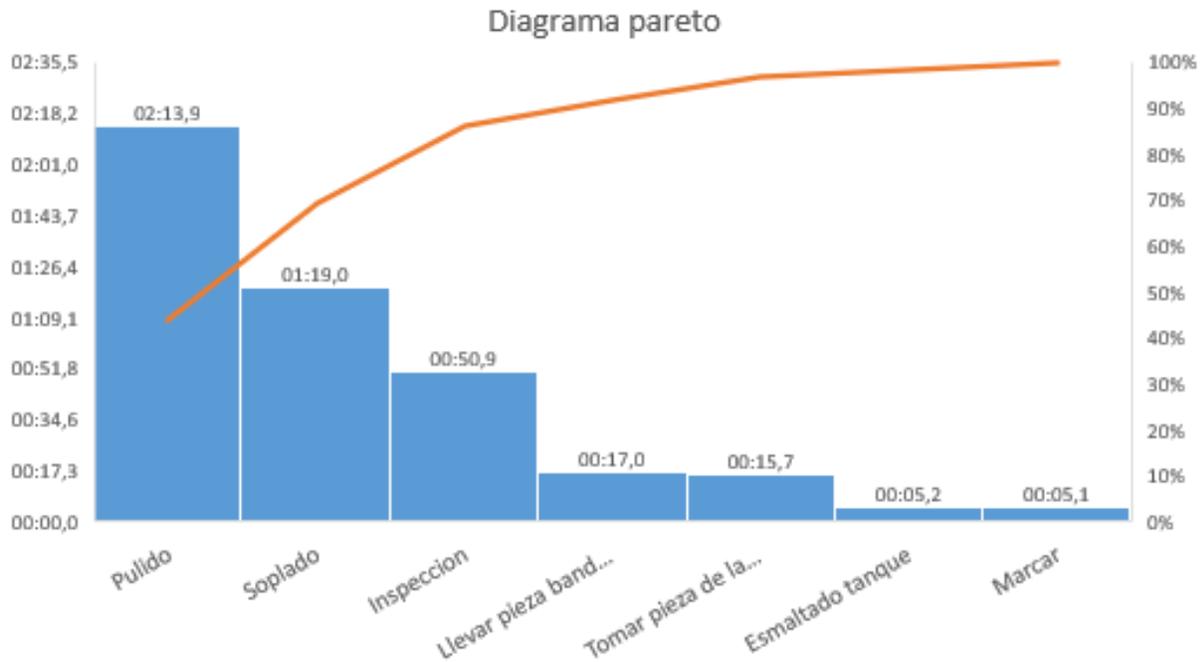
Nota: Elaboración propia.

Se puede observar en el promedio de tiempos de cada uno de los pulidores se observa que el tiempo aproximado para realizar esta actividad es 05'06" minutos, los cuales se distribuyen en 7 diferentes subactividades las cuales se identifican anteriormente; la actividad de pulido tarda 02'13" minutos, la actividad de soplado tiene una duración de 01'19" minutos, la actividad de inspección 50 segundos, llevar la pieza a la banda transportadora tiene una duración de 17 segundos, tomar pieza de la araña tarda 15 segundos, esmaltado tanque tarda 5 segundos y la de marcar tanque 5 segundos. En la figura 22 se observa gráficamente los tiempos organizados de mayor a menor lo cual permite identificar las actividades que requieren mayor ocupación del tiempo disponible.



**Figura 22.** Tiempos proceso de pulido en seco. Elaboración propia (2020).

Como se evidencio en la Figura 22, los tres mayores tiempos fueron de las actividades de pulido, seguido de soplado y por último inspección; las actividades como marcar, tomar la pieza de la araña, llevar la pieza a la banda y esmaltado del tanque tardan menos de 20 segundos; sin embargo, también se quiere mejorar cualquier actividad que reduzca el tiempo de ciclo.



**Figura 23.** Diagrama de Pareto. Elaboración propia (2020).

De acuerdo al análisis del diagrama de Pareto determinado los tiempos recolectados a las actividades realizadas en el sistema de producción se pudo concluir que el tiempo a la actividad de pulido y soplado son las que requieren mayor tiempo de dedicación por parte del operario y aumentan el tiempo total del mismo, el porcentaje de ocupación de la actividad pulido es de 43,65%, soplado 25,74% e inspección 16,60% por lo que estas 3 actividades ocupan más del 80%. Para ello se busca encontrar e identificar las oportunidades que logren reducir de manera significativa los tiempos tardíos en este proceso a la hora de pulir en seco, ya sea implementado en el mismo proceso o realizando mejoras en los procesos anteriores a este.

## 7. Propuestas de mejoramiento

### 7.1. Jidoka

Jidoka como se ha nombrado anteriormente busca vincular el trabajo que realiza el hombre con herramientas de automatización que le permitan realizar sus diferentes actividades o funciones de manera eficiente, una de las demoras evidenciadas en el presente trabajo en el proceso de pulido en seco es el tiempo de soplado y de pulido (Ver figura 24), por lo que se propone modificar el sistema de soplado actual, minimizando este tiempo, para que el operario no esté expuesto al material particulado. El método actual empleado lo realiza de manera manual el operario con una manguera de aire comprimido (Ver figura 25)



**Figura 24.** Eliminación de los residuos con un compresor de aire. Moldes OP Smart. Corona Planta Madrid (2020).

Actualmente el sistema de extracción con el que cuentan es por filtro al fondo de la cabina, lo que se propone es volver la cabina un compartimiento cerrado, de tal forma que cuando se termine de pulir la pieza totalmente, el operario cierre el compartimiento y con el nuevo sistema de soplado interno, garantice que los fluidos de aire que salgan limpien totalmente la pieza, mientras que el operario va alistando la otra pieza.



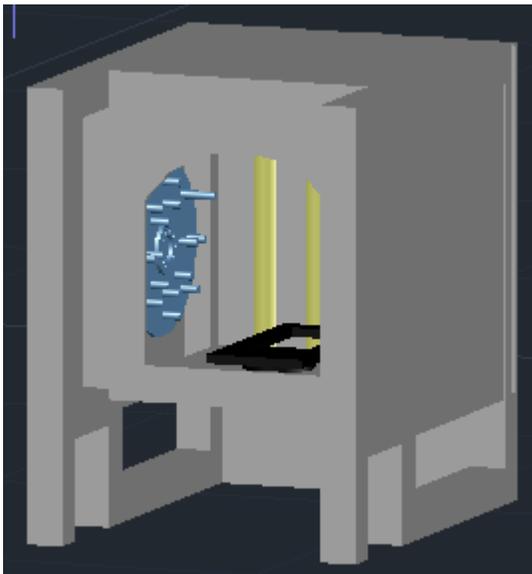
**Figura 25.** Sistema de extracción de aire. Corona Planta Madrid (2020).

A través del programa Flexim o Simio se simulará el proceso evidenciando el tiempo que se ahorraría el operario por cada pieza, normalmente la actividad de soplado dura 00:01:19s, por lo que se espera que el tiempo reduzca hasta un 50% ya que el sistema de soplado sale a presión en los puntos donde más se acumula material particulado. A continuación, se muestra en la figura 26 la cabina actual que utilizan para el respectivo proceso de pulido en seco.



**Figura 26.** Cabina de pulido en seco. Corona Planta Madrid (2020).

Reducir este tiempo permitirá que se mantenga un estándar de alta calidad y se produzcan cero fallos, debido a que este es otro proceso en el que los sanitarios tienen manipulación directa del operario es óptimo para el sistema productivo reducir el tiempo de ciclo de operación para que esta actividad deje de ser un cuello de botella costoso y riesgoso tanto para los operarios como para el ambiente por las partículas que genera. Para reducir este tiempo se propone modificar el sistema de soplado por uno rotativo que permita la limpieza de las partículas en la cabina de manera automática y cerrada para que el operario no se vea expuesto a material particulado como se muestra en la figura 27.



**Figura 27.** Propuesta de cabina de soplado rotativo. Elaboración propia (2020).

La propuesta se basa en implementar a la cabina actual un dispositivo automático que sople toda la pieza y lleve las partículas al extractor que tiene la cabina, este dispositivo gira para así poder llegar a todos los lugares donde se pulió. En la figura 28 se observa el dispositivo de soplado rotativo automático.



**Figura 28.** Dispositivo automático de soplado rotativo. Elaborado por Rippert (2020)

## 7.2. Estrategia de las 5`S

Colaje es un proceso en el que se tiene la mayor intervención manual con la pieza, por lo que se generan restos de barbotina en diferentes lugares dentro del salón, generando desorden a la hora de retirar todas las rebabas del sanitario en los diferentes bancos (Ver figura 30), en los extremos de los bancos se tiene un recolector, pero este no es lo suficientemente grande para la cantidad de rebabas que va saliendo en el turno, por lo que se propone un sistema de 5`s en el salón de colaje, para facilitar el tránsito y orden de los operarios dentro del salón. Con la ayuda de este método de las 5`S se pretende lograr ubicar cada cosa en su lugar, aumentando la eficiencia y calidad del producto.

El propósito principal de esta herramienta es beneficiar el lugar de trabajo y así permitir que se fomente el trabajo en equipo, se lidere de manera práctica y desarrollo de la calidad del proceso. Para el cual se va a implementar la segunda y tercera S, las cuales son limpieza y estandarización, si se tiene un lugar estratégico estandarizado donde cada uno de los operarios pueda fácilmente ir arrojando los restos de barbotina que van quedando, junto a un recipiente del tamaño adecuado que cubra todo el turno, se lograra tener un lugar más agradable y seguro para trabajar.



Estado actual



Estado propuesto

**Figura 29.** Salón de colaje Corona Planta Madrid. Elaboración propia (2020)

### 7.3. SMED

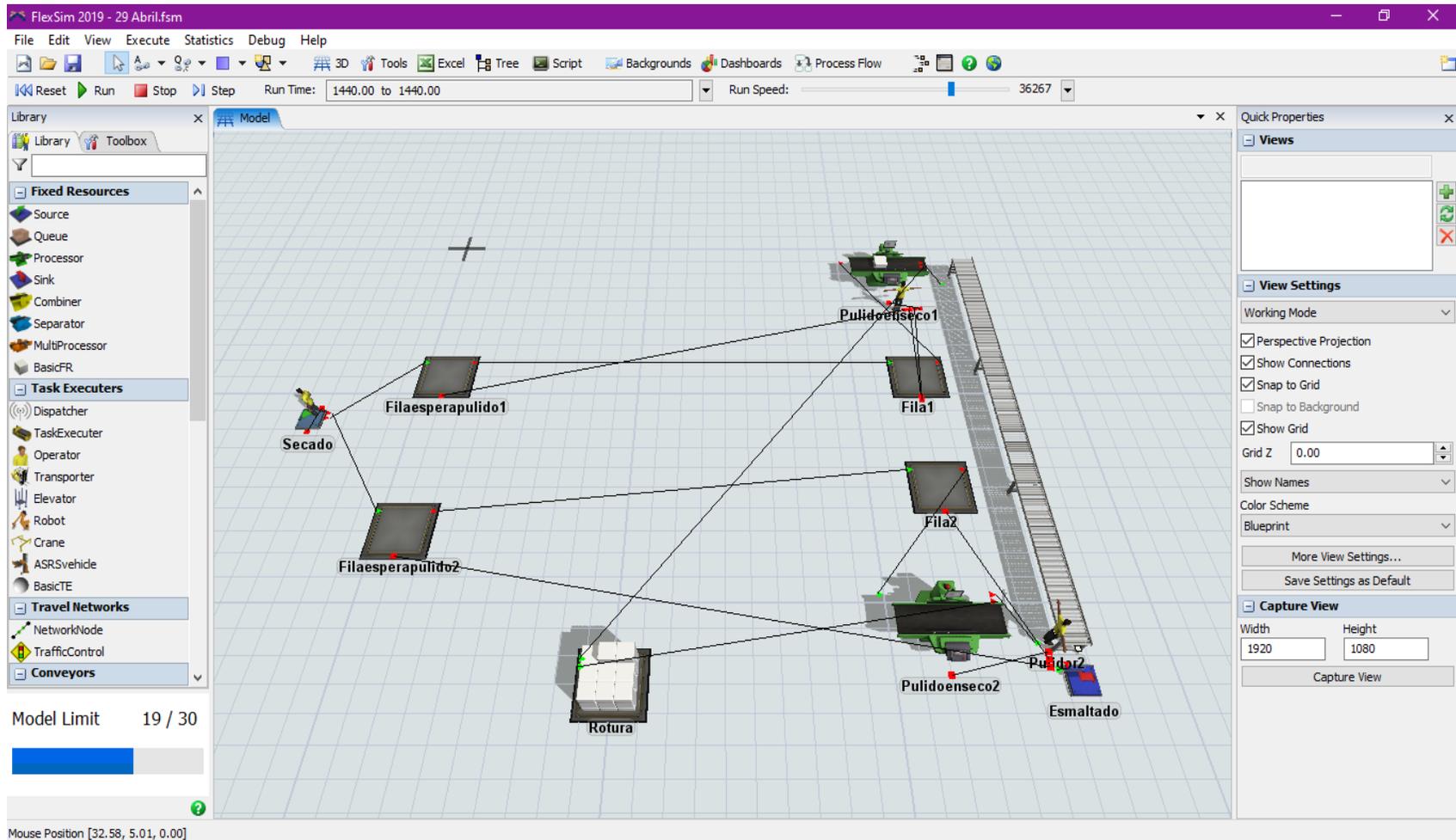
Un error comúnmente en el proceso de pulido en seco, es a la hora de esmaltar el tanque, ya que las mangueras son demasiado largas para su manipulación, además esta pistola no tiene un lugar definido dentro de la cabina, por lo que al utilizarlo el operario pierde tiempo mientras coge la pistola, lo que conlleva a demoras y su difícil manipulación, como se muestra en la figura 30 el manipulador se tiende a enredar con esas mangueras, por lo que se propone que estas mangueras salgan directamente de la parte superior de la cabina, facilitando su utilización, el método Smed trata de reducir los desperdicios de tiempo asegurándose de que en el tiempo de cambio de herramientas, sea lo más eficiente posible, por lo que en el proceso de pulido en seco el operario está en constante cambio ya sea que utilice la lija, el soplador, la pistola, la brocha, etc. Por lo que se quiere cambiar el lugar de la pistola estandarizándola, haciendo más fácil que cambie y manipule cada herramienta.



**Figura 30.** Cabina de pulido en seco. Corona planta Madrid. Elaboración propia (2020).

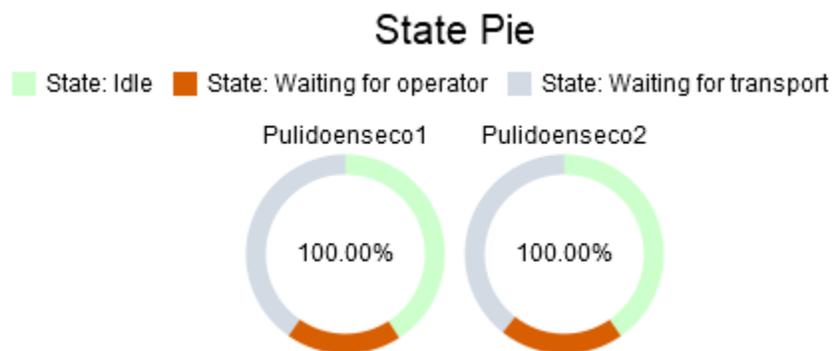
#### **7.4. Simulación proceso de pulido en seco**

En el presente ítem se presenta la simulación del proceso de pulido en seco se caracterizan todas las variables pertenecientes a dicho proceso como lo son: entrada de sanitarios, insumos, herramientas, tiempo, operarios, descansos y conexión con el siguiente proceso (Esmaltado). Se utilizó el software Flexsim el cual permite realizar varias simulaciones, simulando la situación actual y la futura al implementar la propuesta del sistema de soplado y la mejora al esmaltado de tanque. La figura 31 evidencia la simulación del proceso actual de pulido en seco sin la propuesta de mejoramiento:



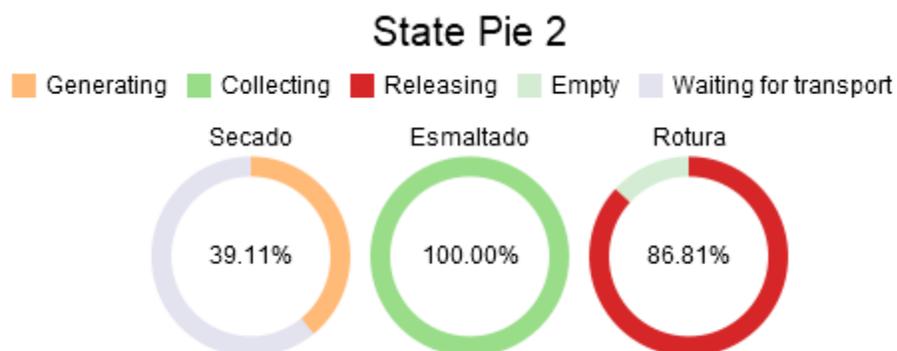
**Figura 31.** Simulación proceso de pulido en seco sanitario OP Smart. Elaboración propia (2020).

Como se observa en la anterior figura se evidencia que los sanitarios llegan primero a una fila de espera en la cual interviene un operario como transportador de las arañas, después pasan a una siguiente fila donde se coloca 1 araña con 12 sanitarios la cual va a ser pulida, se cuenta con 2 operarios de pulido en seco los cuales al finalizar colocan los sanitarios en una banda transportadora la cual va dirigida al proceso de esmaltado. En la figura 32 se evidencia el estado de cada cabina de pulido durante un turno de 24 horas en 3 turnos, el estado de los pulidores se observa que están ocupados un 40%, esperando a ser transportadas las piezas un 40% y esperando a que el operario traslade la araña de la fila de espera al puesto de trabajo un 20%.

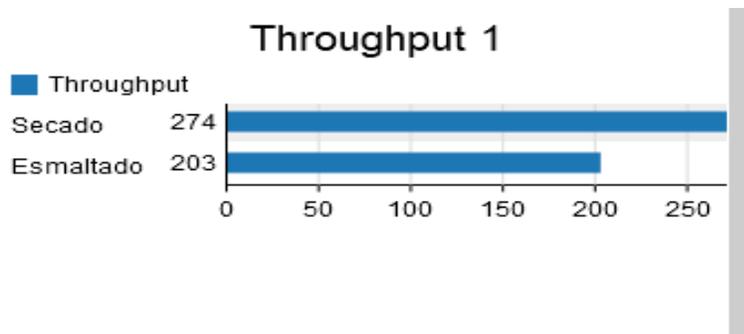


**Figura 32.** Estado de cabinas de pulido durante un turno. Elaboración propia (2020).

Y como se puede observar en la figura 33 en espera a ser transportados quedan aproximadamente 61% y la fila de rotura se encuentra ocupada un 86,81% lo que corresponde a 32 sanitarios aproximadamente, lo que quiere decir que en espera por ser procesados se encuentran 39 sanitarios debido a que en la figura 34 se evidencian las salidas y entradas del proceso de secado y esmaltado.

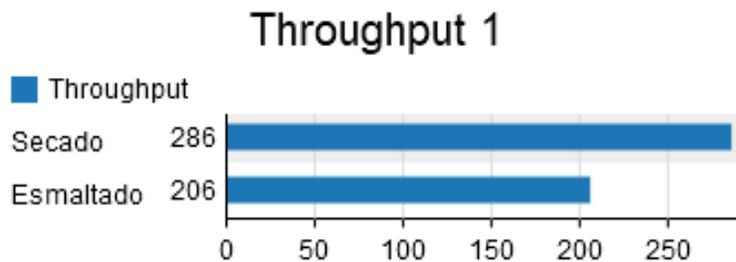


**Figura 33.** Estado de las entradas y salidas de sanitario Elaboración propia (2020).



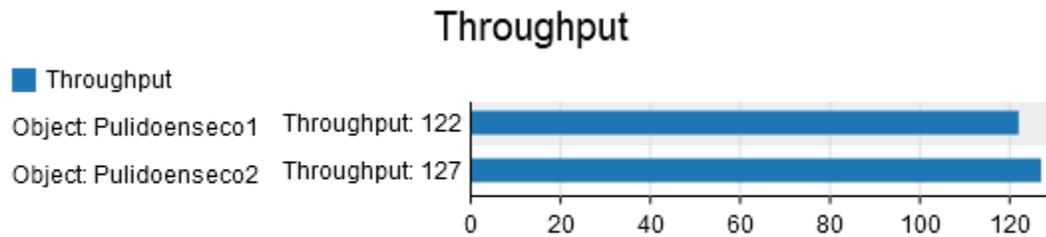
**Figura 34.** Sanitarios ingresando y saliendo de secado y esmaltado. Elaboración propia (2020).

Según las herramientas Lean de la propuesta de mejoramiento se pretende reducir el tiempo de operación de soplado en un 60% y el tiempo de esmaltado de tanque en un 15% lo cual permitirá al operario no exponerse a material particulado debido a que se propone que el sistema soplado horizontal y verticalmente el sanitario, como se observó en la figura 27 con la propuesta de cabina automática cerrada que aislé el proceso. Por último, al implementar la herramienta SMED se propone eliminar la incomodidad generada al momento de esmaltar el tanque debido a que la pistola de esmaltado no cuenta con un lugar en la cabina y causa un mayor tiempo a la hora del cambio de herramientas. En la simulación propuesta (ver figura 35), se implementó las propuestas de mejoramiento al proceso de pulido en seco.



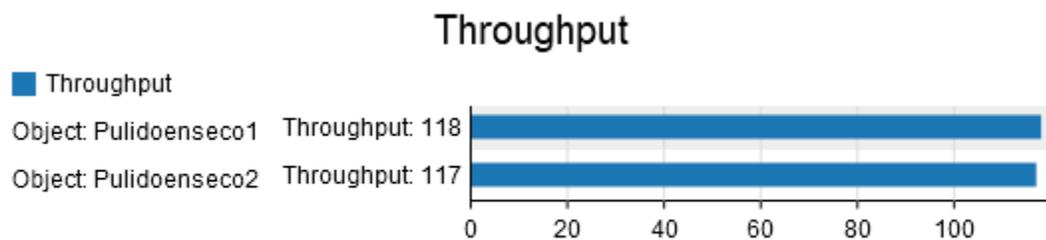
**Figura 35.** Sanitarios ingresando y saliendo de secado y esmaltado con propuestas de mejoramiento. Elaboración propia (2020).

Como se observa en la figura 35 salieron de secado a pulido en seco 286 sanitarios de los cuales ingresan a esmaltado 206 pero en rotura hay 43 lo que quiere decir que en el sistema solo se encuentran 37 sanitarios, lo que quiere decir que ingresan 12 sanitarios más al sistema, en la figura 36 donde se evidencia los sanitarios procesados por cada pulidor.



**Figura 36.** Sanitarios procesados con las propuestas de mejoramiento. Elaboración propia (2020).

Al compararlo con los sanitarios procesados por los pulidores sin las propuestas de mejoramiento (ver figura 37) se evidencia que se procesan 4 sanitarios de más por el pulidor 1 y 10 sanitarios de más por el pulidor 2.



**Figura 37.** Sanitarios procesados sin las propuestas de mejoramiento. Elaboración propia (2020).

## 8. Presupuesto y relación costo-beneficio

El presupuesto requerido para la ejecución del proyecto se clasifico en presupuesto de personal, equipos, software, materiales y suministros y salidas de campo; las cuales se evidencian en las siguientes tablas.

### 8.1 Presupuesto personal

Tabla 13.

*Presupuesto personal.*

Nombre	T E	Tipo de vinculación	Dedicación Horas / semana	VALOR/HORA	VALOR/TOTAL (4 meses)
Nelson Vladimir Yepes González	X	Prestación de servicios	2	\$50.000	\$1.600.000
Alejandra Guzman Pulido (Universitaria Agustiniana)	X	Tiempo completo	8	\$30.000	\$3.840.000
Laura Triana Moreno (Universitaria Agustiniana)	X	Tiempo completo	8	\$30.000	\$3.840.000
<b>TOTAL</b>					<b>\$9.280.000</b>

*Nota.* Elaboración propia, T: Tutor/ Ayudante y E: Estudiantes. (2020)

### 8.2 Presupuesto de equipos

Tabla 14.

*Presupuesto equipos.*

Equipo	Justificación	VALOR
PC	Ejecución de modelos	\$4.000.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$4.000.000</b>

*Nota.* Elaboración propia (2020)

### 8.3 Presupuesto de software

Tabla 15.

*Presupuesto de software.*

Software	Justificación	VALOR
Software	Software para bases de datos y patentes, Simio, Flexim	\$ 3,000.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3,000.000</b>

*Nota.* Elaboración propia. (2020)

#### 8.4 Presupuesto de materiales y suministros

Tabla 16.

*Presupuesto de materiales y suministros.*

<b>Materiales*</b>	<b>Justificación</b>	<b>VALOR</b>
<b>Cartucho impresora</b>	Impresión de artículos para revisión, documentos parciales y finales. Artículos de publicación	\$300.000
<b>Papel</b>	Insumo para impresión y diseño de documentos y material de apoyo	\$45.000
<b>Folders</b>	Uno para el estado de vigilancia tecnológica, otro para correspondencia y soporte y 3 para los productos relacionados con ciegos	\$115.000
<b>TOTAL</b>		<b>\$460.000</b>

*Nota.* Elaboración propia. (2020)

#### 8.5 Presupuesto de salidas de campo (locales)

Tabla 17.

*Presupuesto de salidas de campo.*

<b>Lugar**</b>	<b>Cant</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Reuniones en las Universidades</b>	45	\$15.000	\$675.000
<b>Visitas a la Compañía Corona S.A</b>	50	\$17.000	\$850.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$1.525.000</b>

*Nota.* Elaboración propia. (2020)

#### 8.6 Presupuesto general

Tabla 18.

*Presupuesto general.*

<b>ITEM</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Personal</b>	\$9.280.000
<b>Equipos</b>	\$4.000.000
<b>Software</b>	\$ 3,000.000
<b>Materiales y suministros</b>	\$460.000
<b>Salidas de campo (locales)</b>	\$1.525.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$15.265.000</b>

*Nota.* Elaboración propia.

### **8.7 Relación costo-beneficio**

La compañía Corona S.A.S. cuenta con políticas de privacidad por lo cual la relación costo-beneficio del sistema de producción OP Smart con las diferentes herramientas aplicadas en el desarrollo del trabajo en cada uno de los procesos no se puede determinar, además de los inconvenientes que se generaron debido al Covid-19.

## 9. Resultados esperados

En la compañía Corona S.A.S. se propone implementar varias herramientas de Lean Manufacturing y de métodos y tiempos, en las cuales se espera que en el proceso de pulido en seco a través de la herramienta Jidoka se busca reducir el tiempo hasta en un 50% con la nueva cabina que permita realizar la actividad de soplado de manera automática, segura y eficiente, ya que contara con sopladores giratorios horizontales y verticales que permitirán limpiar completamente el sanitario para así evitar el contacto directo con el operario evitando futuras enfermedades.

Con ayuda de la herramienta 5'S se busca en el salón de colaje estandarizar en cada banco el área de recolección de barbotina implementando recipientes de tal forma que sean amplios evitando que los operarios tengan que recoger estos residuos varias veces al día beneficiando el lugar de trabajo siendo este agradable y seguro.

Dentro de las áreas críticas para trabajar es el proceso de pulido en seco es por ello que aquí no solo se puede reducir tiempo de soplado, sino que a través de la herramienta SMED se reducirá los tiempos de cambio de herramienta basados en la cabina propuesta la cual consiste en que las herramientas están ajustadas según la necesidad y manipulación del operario.

Según la recolección de datos se pudo determinar todas aquellas actividades que no agregaban valor al proceso de producción del sanitario OP Smart, a través de las herramientas Lean Manufacturing y de estudio de métodos y tiempos mencionados anteriormente por lo que se aprueba la hipótesis H1 ya que con las propuestas de mejoramiento se aumenta la eficiencia en un 2% y la calidad en un 7,33% aportando a la mejora continua de la compañía tanto a nivel de producción como ambiental y de salud a los trabajadores, vale la pena recalcar que las estimaciones realizadas en cada una de las mejoras aplicadas al sistemas de producción son consideraciones estimadas a través de porcentajes.

### 9.1 VSM Propuesta de mejora

En el siguiente mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping) se evidencia el sistema de producción de los sanitarios One Piece Smart donde se implementan las propuestas de mejoramiento reduciendo el tiempo del proceso de pulido en seco lo cual incrementa el flujo en este y se reduce la exposición que tiene el operario debido a la cantidad de partículas que se surgen del proceso de soplado.

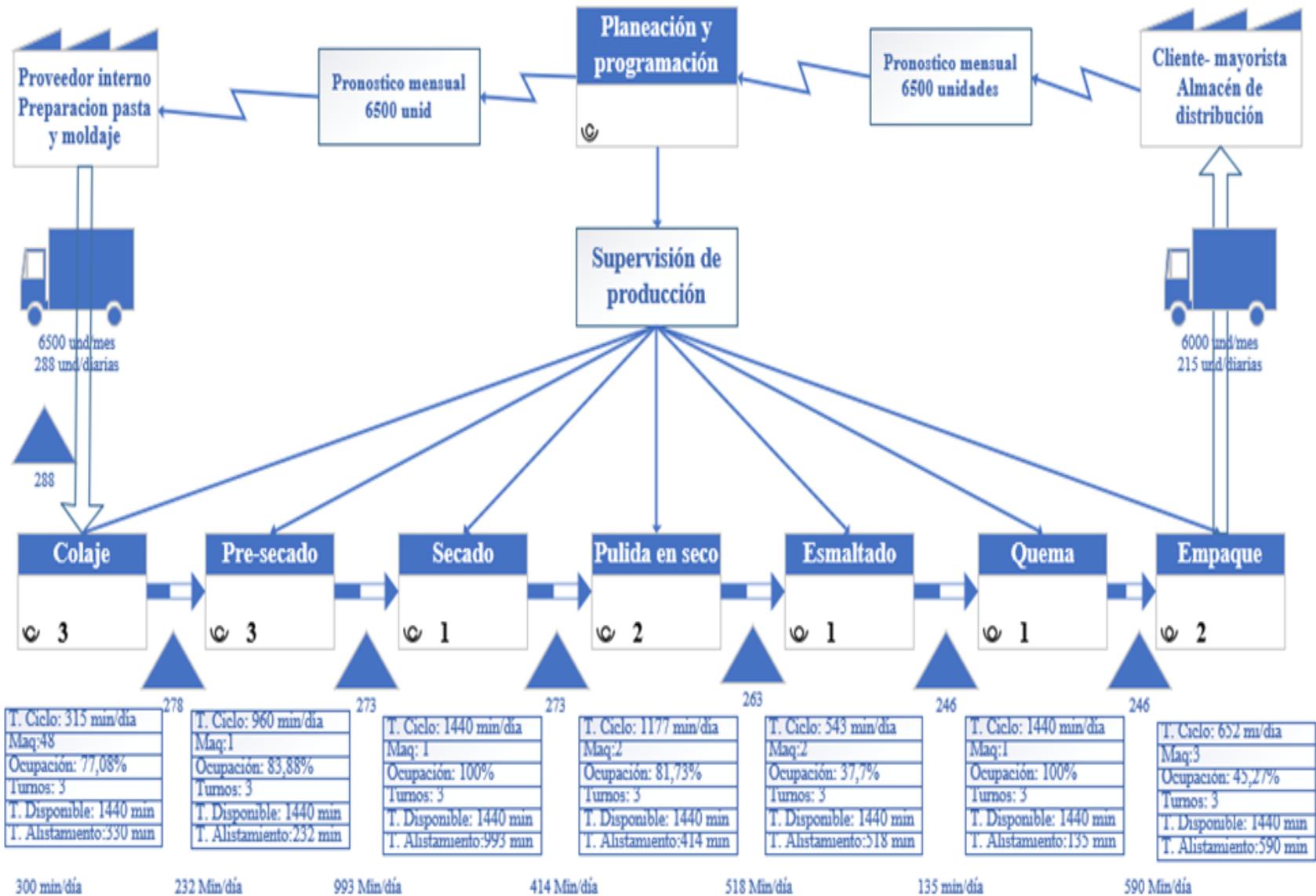
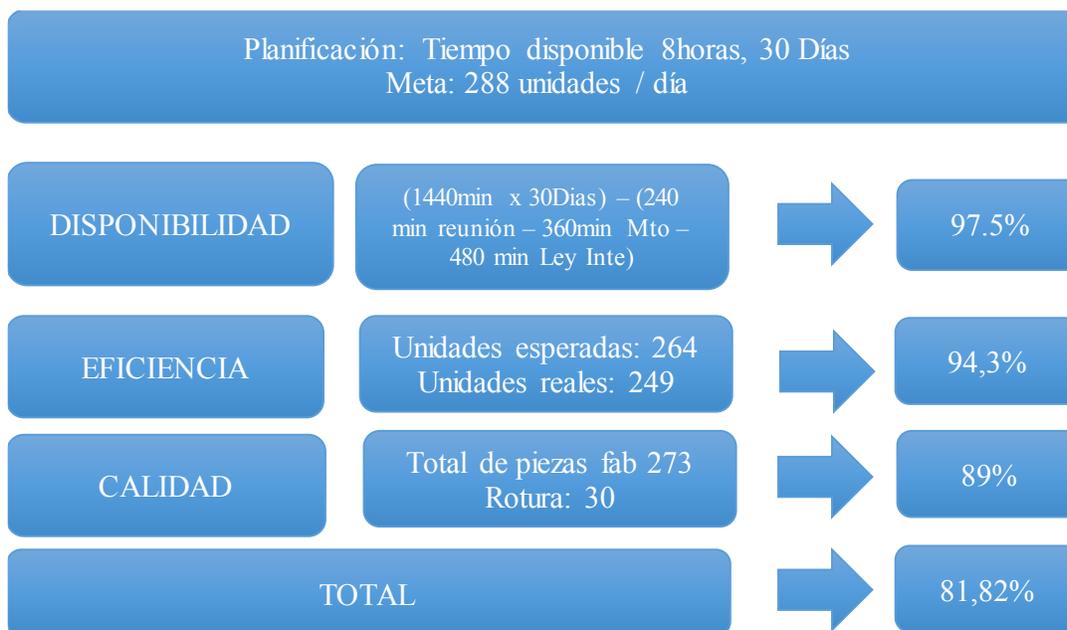


Figura 38. VSM Propuesto sistema de producción OP Smart. Elaboración propia (2020).

Como se pudo observar en el VSM anterior con las propuestas de mejoramiento se elimina el contacto directo que tiene el operario con las partículas que se generan tras pulir la pieza y soplarla, esto permite un mayor flujo de sanitarios en el sistema aumentando 10 unidades.

## 9.2 OEE

En el cálculo del OEE es importante obtener todos aquellos tiempos que permitan identificar las pérdidas que se tengan, en cual a través de un dato porcentual en cada uno de los factores (Disponibilidad, rendimiento y calidad) se podrá intervenir con la ayuda de diferentes herramientas tratando de tener el OEE >85% ya que este porcentaje permite visualizar la efectividad de las maquinas respecto al ideal. En la figura 39 se muestra los indicadores en cuanto al sistema de producción de sanitarios One Piece Smart en el proceso de pulido en seco.

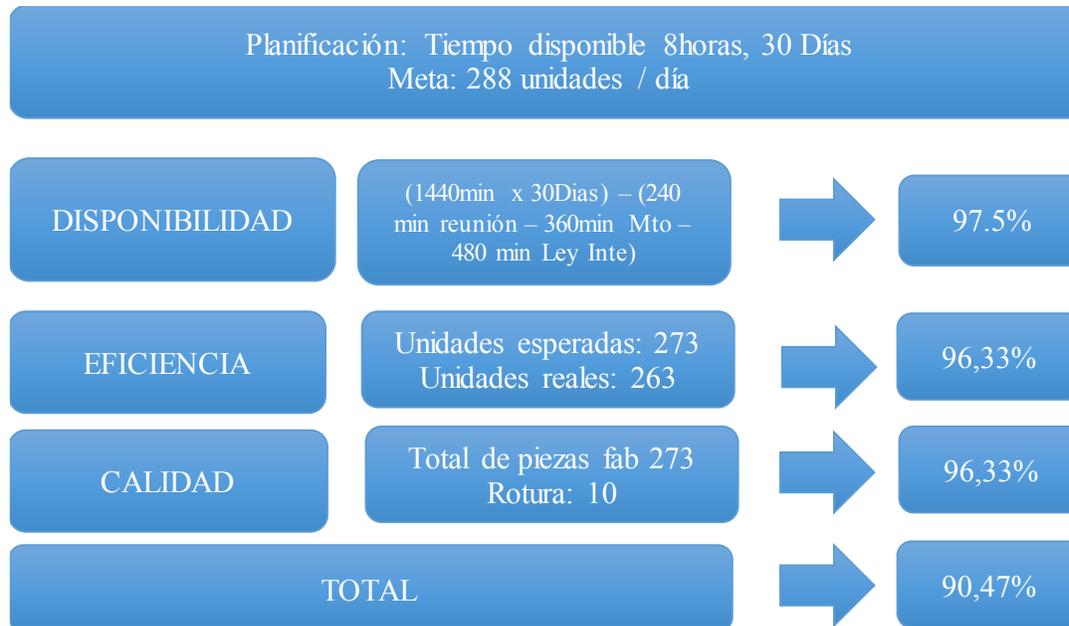


**Figura 39.** OEE Sistema actual sanitario OP Smart. Elaboración propia (2020).

Por lo que se puede observar en la figura X en el proceso de pulido en seco se tiene una disponibilidad del 97,5% debido a que en el mes se tienen 4 horas programadas para reuniones, 6 horas para mantenimiento de las cabinas y 4 horas de ley de integración familiar.

La eficiencia se da en un 94.3% ya que el proceso de pulido en seco está capacitado para que en cada cabina pasen aproximadamente 65 unidades, pero en realidad pasan solamente 60 unidades, pero de diferentes referencias, para el sanitario OP Smart se espera es que pasen 264 unidades, pero en total salen 249.

La calidad en el proceso de pulido en seco queda planteada en un 89% debido a la cantidad de piezas que salen para rotura, por lo que si se interviene en un proceso de mejora se puede llegar a elevar dicho porcentaje.



**Figura 40.** OEE con propuestas de mejoramiento. Elaboración propia (2020).

Con las mejoras realizadas con cada herramienta de Lean Manufacturing la disponibilidad se mantiene con un 97,5%, la eficiencia aumenta un 2% con un porcentaje de 96,33% y la calidad es la que más tiene impacto con un aumento en un 7.33%.

## Conclusiones

La empresa bajo el presente proyecto presenta diversos aspectos los que a través de herramientas de Lean Manufacturing y de métodos y tiempos se pueden llegar a mejorar, por lo cual se determinó una propuesta de mejora al sistema de producción de sanitarios OP Smart permitiendo disminuir todos aquellos tiempos improductivos y desperdicios que existían en los diferentes procesos, además de esto se propone incrementar la productividad en la compañía.

Con el diagnóstico Lean Manufacturing basados en la metodología Comunicación y cultura, CRM, 5'S & ORG PTO, STD TRABAJO, Mejora Continua, Flexibilidad, Poka Yoke, SMED, TPM, Pull Sistem y Balanceado, se aplicaron los test de evaluación en la planta Corona, Madrid en cada área de trabajo con ayuda de funcionarios operativos y administrativos (Ver figura 21), evidenciando que la empresa presenta un buen desempeño en relacionamiento con los clientes y las áreas por mejorar son SMED, Flexibilidad y Mejora Continua. Además de esto se realizó un Value Stream Mapping identificando flujo de materias primas e información dentro del sistema de producción permitiendo identificar las actividades que generan desperdicios y oportunidades de mejora.

Se desarrolló mediante el estudio de métodos y tiempos, tomando una muestra de 17 tiempos según el número de observaciones dadas en la tabla de Westinghouse con diferentes operarios en diferente turno, el instrumento de medición que se utilizó utilizo fue el cronometro que permitió identificar los tiempos de la tabla 17.

Después de realizar el diagnóstico Lean y estudio de tiempos con las personas de cada área de trabajo y el docente a cargo, se analizaron los datos del diagnóstico para realizar las propuestas mejoramiento (Ver capítulo 7) por lo que a través del Software Flexsim se simuló el proceso actual de pulido en seco (Ver figura 31) en la cual se concluyó que existe un cuello de botella al momento de que los sanitarios pasen a esmaltado. Observando que al implementar las propuestas se aumenta el flujo de sanitarios en pulido y se puede cumplir con la demanda haciendo el proceso más eficiente.

La relación costo-beneficio del sistema de producción OP Smart con las diferentes herramientas aplicadas en cada uno de los procesos no se puede determinar debido a las políticas de privacidad de la compañía y por diferentes aspectos relacionados con la pandemia

en el año actual, teniendo en cuenta que los resultados esperados son estimaciones realizadas porcentualmente según sea el caso.

### Referencias

Soconini L. (2019). Lean Manufacturing paso a paso. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=lean+manufacturing&ots=DHFUv\\_yk9L&sig=NHpqrSuBDi9bEbhMEgVJ1gBi3c0&redir\\_esc=y#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=rjyeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=lean+manufacturing&ots=DHFUv_yk9L&sig=NHpqrSuBDi9bEbhMEgVJ1gBi3c0&redir_esc=y#v=onepage&q=lean%20manufacturing&f=false)

Tortorella G., Lupi L. y Pereira E. (2016). Lean manufacturing implementation: an assessment method with regards to socio-technical and ergonomics practices adoption. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-016-9227-7>

Sarilla M., Fonseca G. y Bocanegra C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean-83-00051.pdf>

Antosz K. y Stadnicka D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs – Study Results. Recuperado de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817312432?token=EABEB00F5FFEB20E0234F03E3D7D66110B3DC027C6FB05F15D7AD76EB87227604E9045F947A5983D7001F445D4A42022>

Flores B y André C. (2013). Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing. Recuperado de: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5001/BALUIS\\_CARLOS\\_OPTIMIZACION\\_PROCESOS\\_FABRICACION\\_TERMAS\\_ELECTRICAS\\_LEAN\\_MANUFACTURING.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5001/BALUIS_CARLOS_OPTIMIZACION_PROCESOS_FABRICACION_TERMAS_ELECTRICAS_LEAN_MANUFACTURING.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Padilla G (2017). Proceso industrial sin fallas con las 4 M's. Recuperado de: <https://www.casasauza.com/procesos-tequila-sauza/proceso-industrialsinfallas-4ms>

Gonzalez E. (2004). Recuperado de: <https://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis139.pdf>

Posada, J. G. A., Herrera, V. E. B., y Martínez, M. J. R. (2010). Benchmarking sobre Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15(28), 141-171.

González Lozano, M. A., y Ponce Peña, P. (2014). Uso de vidrio de desecho en la fabricación de ladrillos de arcilla / Use of waste glass in the manufacture of clay bricks. CIBA

Revista Iberoamericana De Las Ciencias Biológicas Y Agropecuarias, 1(2), 43 - 56.  
Recuperado a partir de: <http://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/17>

León, G. E., Marulanda, N., y González, H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85-100

Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y sociedad*.

Lean manufacturing. (2019). Metodología Lean Manufacturing: Qué es y cómo implementarla en tu empresa. Recuperado de: <https://leanmanufacturing10.com/>

Tapia J., Escobedo T., Barrón E., Martínez G. y Estebane V. (2017). Ciencia & Trabajo. Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/cyt/v19n60/0718-2449-cyt-19-60-00171.pdf>

Nieto P. (2019). Lean Manufacturing: Revisión histórica. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37752/TFG-I-1227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salazar B. (2016). Ingeniería de Métodos. Ingeniería industrial online. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustriaonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>

Salazar B. (2016). Ingeniería de Métodos. Ingeniería industrial online. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustriaonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>

Betancourt, D. F. (2019). Qué es el estudio de métodos y cómo se hace en 8 etapas. Recuperado el 19 de octubre de 2019, de Ingenio Empresa: [www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos](http://www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos)

Tejada N., Gisbert V. y Perez A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al gsd. Recuperado de: [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_5.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf)

Vides E., Diaz L. y Gutierrez J. (2018). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. Recuperado de: <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/article/view/2939>

DANE. (2012). Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas. Recuperado de:

[https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU\\_Rev4ac.pdf](https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf)

Arroyo, K., Menéndez, J. y Peñaherrera, F (2018). "Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. En línea:

<https://www.eumed.net/rev/oe/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>  
[//hdl.handle.net/20.500.11763/oe11805comercializacion-empresas-ecuador](https://hdl.handle.net/20.500.11763/oe11805comercializacion-empresas-ecuador)

Salazar, B. (2019). Que es Lean Manufacturing. Ingeniería industrial Online. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/>

Gonzalez, T. (2018). La industria textil Colombiana apuesta por Lean Manufacturing. Recuperado de: <https://www.ccb.org.co/Clusters/Cluster-de-Servicios-Financieros/Noticias/2018/Marzo-2018/La-industria-textil-colombiana-apuesta-por-Lean-Manufacturing>

Arrieta, J., Muñoz, J., Salcedo, A. y Sossa, S. (2018). Aplicación de Lean Manufacturing en la industria Colombiana. (Trabajo de grado). Universidad EAFIT. Medellín

Touron, J. (2016). Definición del OEE. Recuperado de: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>.

Andi. (2018). Colombia: Balance 2018 y Perspectivas 2019. Recuperado de: [http://www.andi.com.co/Uploads/ANDI%20-%20Balance%20y%20Perspectivas\\_636882495815285345.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/ANDI%20-%20Balance%20y%20Perspectivas_636882495815285345.pdf)

Hernández, J. y Vizán, A. (2013). Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. Recuperado de: [https://es.slideshare.net/slides\\_eoi/lean-manufacturing-conceptos-technicas-e-implantacion](https://es.slideshare.net/slides_eoi/lean-manufacturing-conceptos-technicas-e-implantacion)

Marmolejo J. (2020). Los 8 tipos de desperdicios Lean Manufacturing. Recuperado de: <https://spcgroup.com.mx/los-8-tipos-de-desperdicios-lean-manufacturing/>

Compes 3527 política nacional de competitividad y productividad. (s.f.). Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3527.pdf> 22, abril, 2020

## Anexos

### Anexo 1. Carta de autorización Colceramica Corona S.A.S.

Madrid, Cundinamarca, 31 de octubre de 2019

**corona**

SANITARIOS & LAVAMANOS  
CORONA  
Calle 7 No. 15-96 Madrid  
Cundinamarca, Colombia, Sur América  
Teléfono 57 (1) 828 9000  
Fax 57 (1) 828 0556

Señores

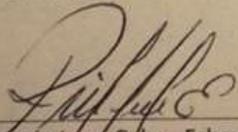
Universitaria Agustiniiana Uniagustiniana  
Facultad de Ingeniería-Programa Ingeniería Industrial

**Asunto:** Autorización de estudiantes relacionadas a bajo, para realizar trabajo de grado en Planta Madrid sanitarios y lavamanos.

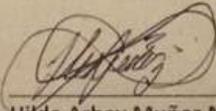
Cordial saludo,

Para Colcerámica S.A.S es un placer apoyar procesos de formación y desarrollo de proyectos mediante Innovación y aplicación metodológica de mejoramiento continuo, por tal razón concedemos el permiso necesario a las estudiantes; Guzmán Pulido Alejandra identificada con el número de cedula 1073172278 de Madrid Cundinamarca Y a Triana Moreno Laura Carolina identificada con el número de cedula 1'233.491.591 de Bogotá; estudiantes activos de la Universitaria Agustiniiana Uniagustiniana para que puedan desarrollar su trabajo de grado en nuestras instalaciones, específicamente Sanitarios & Lavamanos Planta MD, ubicada en Cll 7 N° 15-96 Madrid Cundinamarca, con el fin de llevar a cabo diferentes actividades que serán anunciadas previamente a nosotros en el transcurso del 2019 y 2020, teniendo en cuenta que como empresa se establece un horario de visita pertinente, esto con el fin de que afiancen sus conocimientos y adquieran experiencia en el campo. Así mismo las estudiantes se comprometen a que la información recolectada sea exclusivamente para fines académicos y debe ser autorizada previamente.

Cordialmente



**Ricardo León Ochoa Echeverri**  
Jefe de Fabricación S&L Planta MD  
División de Baños y cocinas  
[rochoa@corona.com.co](mailto:rochoa@corona.com.co)  
M +57 (320) 865 4756  
T +57 (1) 8289000 ext. 1597  
[www.corona.co](http://www.corona.co)



**Hilde Arbey Muñoz M**  
Coordinador de Mejoramiento e Innovación  
Baños y Cocinas – S&L Madrid  
[hmunoz@corona.com.co](mailto:hmunoz@corona.com.co)  
M +57 (321) 4791911  
T +57 (1) 828 9000 ext. 15802  
[www.corona.co](http://www.corona.co)