

Estandarización del proceso de sandblasting y pintura de tuberías en la compañía MSGC SAS con el fin de reducir sobrecostos asociados a retrabajos, desperdicio de insumos y malas prácticas operativas.

Alexander Villamizar Gutiérrez

Asesor

Olga Lucia Arguello

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingenierías - ECBTI

Programa de Ingeniería Industrial

2025

Nombre Director de Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Dedico este proyecto de grado a mis padres, por su amor incondicional, a mi esposa por su apoyo y sacrificio que hicieron para que pudiera alcanzar mis metas, a mi familia y amigos, por su aliento constante y comprensión durante esta travesía. A mis profesores y mentores, por su guía invaluable y conocimientos compartidos. También dedico este trabajo a todos aquellos que creyeron en mí, inspirándome a perseverar y a alcanzar este logro. ¡Gracias a todos por ser parte fundamental en este camino hacia la culminación de mi carrera.

Resumen

Las empresas del sector Oil and Gas en el departamento de Casanare-Colombia, dentro de sus sistemas de gestión no tienen estandarizados los procesos de sus servicios y/o productos, lo cual generalmente trae sobre costos ya sea por aumento en los tiempos (mano de obra y horas de equipos), reprocesos por fallas en la ejecución, gasto excesivo de materias primas y otros asociados a la actividad, a lo largo del desarrollo de tecnologías estos procesos han ido cambiando, en muchas ocasiones la percepción tanto de operarios como de directivos de las empresas es la causa principal de esta problemática. Este proceso tiene como propósito la estandarización del mismo de tal forma que permita la erradicación de las falencias presentes y así minimizar los costos de fabricación del bien o servicio prestado, donde se vea reflejado un aumento en la productividad de los operarios, disminución de los costos de la actividad y finalmente satisfacción total de los clientes, quienes son los que reciben el producto final.

Palabras clave: Procesos, materias primas, ensayos, problemática, costos, estándar.

Abstract

The companies in the Oil and Gas sector, within their management systems, do not have standardized processes for their services and/or products, which generally leads to cost overruns either due to an increase in time (labor and equipment hours), reprocessing due to failures in time (labor and equipment hours), reprocesses due to failures in the execution, excessive of raw materials and others associated with the activity, Throughout the development of technologies these processes have been changing, but often the perception of the but many times the perception of the operators and even of the managers of the companies are responsible for this problem. the companies are responsible for this problem. My purpose is to implement a process standard with which all these shortcomings are eradicated to minimize the eradicated in order to minimize the manufacturing costs of the good or service provided, which where it is reflected an increase in the productivity of the operators, decrease in the costs of the productivity of the operators, decrease of the costs of the activity and finally total satisfaction of the customers total satisfaction of the clients, who are the ones who receive the final product.

Keywords: Processes, raw materials, tests, problems, costs, standards.

Tabla de contenido

Introducción	11
Justificación	12
Objetivos	14
Objetivo General	14
.....	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Teórico.....	15
Metodología	23
Desarrollo del ciclo PHVA	25
Planear.....	26
Hacer	29
Indicadores KPI´s.....	36
Evidencias levantadas en campo.....	39
Recolección de datos.....	39
Implementación de Metodología 5´S.....	48
Verificar	51
Actuar.....	61
Solución del Problema	67
Conclusiones	69
Recomendaciones	71
Referencias Bibliográficas	72
Apéndices.....	75
Anexos	83

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Resultados formación personal involucrado</i>	30
Tabla 2 <i>Resultados encuesta debilidades del proceso</i>	31
Tabla 3 <i>Resultados encuesta fortalezas del proceso</i>	33
Tabla 4 <i>Resultados Encuesta Sugerencias de mejora del proceso</i>	35
Tabla 5 <i>Indicador de Capacitación</i>	37
Tabla 6 <i>Indicador de rendimiento diario de personal</i>	38
Tabla 7 <i>Indicador de consumo de recubrimientos</i>	39
Tabla 8 <i>Tiempos para cada actividad Fase alistamiento</i>	40
Tabla 9 <i>Tiempos para cada actividad fase sandblasting</i>	42
Tabla 10 <i>Tiempos para cada actividad Fase Pintura</i>	43
Tabla 11 <i>Indicador de Capacitación</i>	54
Tabla 12 <i>Indicador de Rendimiento diario del Personal</i>	55
Tabla 13 <i>Indicador de Consumo de Recubrimientos</i>	58

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	24
Figura 2 <i>Ciclo PHVA</i>	25
Figura 3 <i>Análisis y Proyecciones del proceso</i>	27
Figura 4 <i>Mapa del proceso</i>	29
Figura 5 <i>Personal certificado</i>	31
Figura 6 <i>Debilidades del proceso</i>	32
Figura 7 <i>Fortalezas del proceso</i>	34
Figura 8 <i>Sugerencias para mejorar el proceso</i>	35
Figura 9 <i>Inspección Preoperacional de equipos</i>	40
Figura 10 <i>Sandblasting (Prep. De superficie)</i>	41
Figura 11 <i>Medición Perfil de anclaje</i>	42
Figura 12 <i>Aplicación de Pintura Base</i>	44
Figura 13 <i>Aplicación de Pintura Acabado</i>	45
Figura 14 <i>Seguimiento antes de la divulgación</i>	46
Figura 15 <i>Divulgación de procedimiento y sugerencias</i>	47
Figura 16 <i>Acta de divulgación de procedimiento</i>	47
Figura 17 <i>Seguimiento a personal de la región</i>	52
Figura 18 <i>Pintura Interna TK 1602</i>	52
Figura 19 <i>Seguimiento después de la divulgación</i>	53
Figura 20 <i>Almacenamiento de recubrimientos</i>	57
Figura 21 <i>Alistamiento de herramientas y equipos</i>	57
Figura 22 <i>Espátulas para mezclado y medida</i>	59

Figura 23 <i>Recipientes para mezclado y medida</i>	59
Figura 24 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	61
Figura 25 <i>Procedimiento Estandarizado</i>	63
Figura 26 <i>Anexo 1, Control de Calidad del Proceso</i>	64
Figura 27 <i>Resultados de la estandarización</i>	66

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Encuesta de conocimiento del proceso personal MSGC</i>	75
Apéndice B <i>Seguimiento al proceso de sandblasting y pintura sin modificaciones</i>	76
Apéndice C <i>Seguimiento al proceso de sandblasting y pintura incluyendo sugerencias</i> 77	
Apéndice D <i>Asistencia a la divulgación del procedimiento estandarizado</i>	78
Apéndice E <i>Asistencia a la divulgación y explicación de formatos</i>	79
Apéndice F <i>Procedimiento aplicado por personal del área de influencia</i>	80
Apéndice G <i>Indicadores de seguimiento antes de la estandarización</i>	81
Apéndice H <i>Indicadores de seguimiento posterior a la estandarización</i>	82

Introducción

En la empresa MSGC S.A.S se evidencia que durante el proceso de Sandblasting y Pintura de Tuberías, se presenta desperdicio de consumibles, pérdidas de tiempo en horas hombre y horas máquina, reparación de recubrimientos aplicados y pruebas de calidad con mediciones en el límite inferior, esto basado en los resultados de las diferentes pruebas y caracterización de defectos en el sitio, de igual manera en la documentación de calidad del proceso, todas estas variables al final de la entrega de los trabajos que requieran la actividad de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos, repercuten negativamente en el porcentaje de utilidades de la compañía, ya que sus costos aumentan sin que muchas veces este rublo no sea identificado por su departamento de proyectos y posteriormente la gerencia. Lo mencionado está de acuerdo a las normas internacionales como SSPC, NACE y ASTM, esenciales en proyectos industriales que involucren este tipo de proceso.

Se tiene como referencia algunos parámetros en cuanto a rendimientos, métodos y procedimientos tomados de compañías con mayor trayectoria, quienes a su vez mantienen sistemas de calidad más robustos; De igual manera son tenidas en cuenta algunas experiencias empíricas de operarios, esto se debe a que las empresas del sector Oil and Gas deben cumplir con la normatividad establecida mediante el Decreto 1668 de 2016, donde cita la participación de personal de las áreas de influencia en los diferentes proyectos a desarrollar.

Una de las razones por las cuales se torna compleja la medición de rendimientos es la ralentización consiente de actividades por parte del personal siendo éste un mecanismo para extender los tiempos de contratación.

Justificación

El proceso de recubrimiento de tuberías es de vital importancia para la empresa MSGC SAS, debido a que dicho problema ha venido incrementando el costo final de fabricación de sistemas de tuberías haciéndose visible en los tiempos de entrega de las estructuras, pues en repetidas ocasiones ha sobrepasado los proyectados en los planes de trabajo (PDT), generando sobrecostos a la hora de efectuar pagos por diferentes conceptos como nomina, equipos (propios o de alquiler), instalaciones entre otros, así mismo se ha evidenciado un aumento significativo en la compra de insumos debido a los reprocesos ocasionados por problemas de calidad y/o fuera de especificaciones técnicas, en base a esto se requiere implementar procedimientos y buenas prácticas que sirvan como hoja de ruta en la implementación de un proceso que sea realmente eficaz y productivo y donde se optimicen correctamente los recursos dispuestos para esta fase constructiva, esto basado en los conocimientos adquiridos en etapas de resolución de problemas, ayudas contables, aplicación de tecnologías y otros.

Se pretende asegurar que todos los materiales que reciban este proceso (Tubería, laminas, perfiles y demás) reciban el mismo tratamiento, reduciendo variabilidad y posibles errores humanos.

Los cálculos efectuados en proyectos anteriores y de la misma índole, se evidencia un sobrecosto de aproximadamente del 25% en materia prima (recubrimientos, arena y consumibles), los cuales se ven reflejados en el consumo (según fichas técnicas) de cada uno de estos productos, donde el costo de los insumos por m² es de \$62.380 y actualmente nos encontramos con costos de alrededor de los \$78.000 para la aplicación de recubrimiento por m², esto se evidencia en la compra de mayores cantidades de productos para proyectos equivalentes de pintura de tuberías.

De la misma manera los tiempos muertos y actividades secundarias impactan directamente en el sobrecosto, pues se ha realizado seguimiento y toma de tiempos del proceso y se evidencia que de las 8 horas efectivas de trabajo diario se han llegado a perder entre el 18% y el 25% (1,5 a 2 horas), generando una disminución del rendimiento diario en M2 (metros cuadrados) de aplicación de recubrimiento durante el tiempo proyectado, es decir que dadas estas condiciones es necesario extender los tiempos establecidas inicialmente implicando más tiempo de personal, equipos y a su vez el tratar de compensar los rendimientos establecidos, adicional a ello se presentan actividades mal ejecutadas, recubrimientos mal mezclados y también mal aplicados por temas de agotamiento, afán entre otros.

Estos sobrecostos son asumidos por la empresa sin estar sujetos a un control o medición que permita los análisis respectivos y de esta manera poder contemplar planes de acción, que a su vez sean estandarizados y asociados a un seguimiento constructivo que permita dar cierre a las malas prácticas que han sido detectadas y de forma simultánea muestre un aumento en el margen de utilidad de la empresa en cada uno de sus proyectos.

Objetivos

Objetivo General

Estandarizar el proceso de sandblasting y pintura de tuberías en la compañía MSGC SAS, con el fin de minimizar los sobrecostos generados por reprocesos, optimizar el uso de insumos y corregir las malas prácticas operativas.

Objetivos Específicos

Identificar los fallos en el desarrollo de esta actividad, los cuales servirán como punto de partida para el diseño de un proceso óptimo que permita ayudar a la compañía a reducir sus costos operacionales.

Caracterizar el proceso para definir los requerimientos técnicos, operativos y de seguridad industrial a aplicar durante el proceso, teniendo en cuenta que no es una actividad rutinaria, pero que demanda estándares de alta calidad.

Documentar procedimientos, listas de chequeo, ayudas visuales y demás documentación que involucren métodos de apoyo para que el proceso pueda ser estandarizado y optimizado por todas las áreas involucradas.

Marco Teórico

La práctica de revestir un metal con otro metal o de un no-metal con un metal data de tiempos muy remotos, pudiéndose afirmar que la cerámica antigua fue el primer caso en que un revestimiento metálico se depositó sobre un material inerte, no metálico.

Trofeos de la civilización protohistórica de Italia, de unos 3000 años de antigüedad, constituidos por seres artísticos en los que el metal está unido a un material inerte (vasos y otras cerámicas decoradas con láminas metálicas) atestiguan esta práctica. Estos recubrimientos metálicos eran, al comienzo, de carácter utilitario, pero más adelante los hallamos en el área de las monedas de trueque, revestidas de un metal precioso. (Julve, E, 2009, p. 227)

Comienzos de la Electroquímica y de la Galvanotecnia

Con el descubrimiento de la pila de A. Volta, puede establecerse en el año 1800 el inicio de la era de la electrodeposición de metales, es decir, el nacimiento de la galvanotecnia y técnicas afines. Antes de esta fecha, ya había formulado las leyes de conservación de la masa y en 1780, realizaba sus experiencias "eléctricas" con ancas de rana. En la citada fecha de 1800, los experimentos de L. V. Brugnatelli, colaborador de Volta, establecerían el inicio de la galvanotecnia. Este investigador depositó por primera vez por vía química de reducción los metales plata y oro, a partir de un baño de fulminato, al tiempo que, aprovechando el descubrimiento de la pila voltaica, depositaba por primera vez por vía electrolítica, los metales plata, cinc y cobre y, posteriormente oro. (Julve, E, 2009, p. 227)

Preparación de Superficies Metálicas

En el ambiente industrial y marítimo, gran parte de las estructuras que conforman sus instalaciones están compuestas por acero al carbono, el cual es un material relativamente económico y resistente para diferentes tipos de operaciones o actividades que se realizan.

Es así que las estructuras metálicas son protegidas con recubrimientos adecuados que permiten aislar el sustrato del medio ambiente y de esa manera evitar que se produzca la corrosión del acero. Debido a ello, las diferentes empresas siempre cuentan con un plan de mantenimiento que asegure la vida útil del acero por un largo tiempo.

Para ello, la limpieza adecuada de las superficies, especialmente el acero usado (mantenimiento), es esencial para lograr un desempeño apropiado del sistema de recubrimientos seleccionado. La naturaleza y condición de la superficie que será preparada y pintada afecta el grado del trabajo de preparación de la superficie que se realizará.

Técnicas de Preparación de Superficie

Las técnicas más comunes que se usan para la preparación de la superficie del acero son:

Limpieza con Solventes

Es el método que se utiliza para eliminar de la superficie la presencia de grasas, aceites y contaminantes visibles, así como compuestos de marcaje o corte, y otros contaminantes solubles de las superficies de acero. La SSPC SP1 es la única norma que normalmente rige la limpieza con solventes para eliminar los contaminantes mencionados.

Limpieza con Herramientas Manuales

La limpieza con herramientas manuales es un método para preparar las superficies de acero mediante instrumentos no motorizados. Este tipo de limpieza puede eliminar el mill scale (cuando el acero es laminado a altas temperaturas y durante su proceso de enfriamiento se forma

una lámina delgada de color grisáceo azulado inestable), óxido, pintura y otra materia perjudicial extraña que estén sueltos o mal adheridos. El mill scale, el óxido y la pintura se consideran bien adheridos al sustrato si no pueden removerse con una espátula sin punta. Una norma que se usa comúnmente para controlar el proceso en mención es “Limpieza con Herramientas Manuales”, SSPC SP2.

Limpieza con Herramientas Mecánicas

La limpieza con herramientas de mecánicas es un método para preparar las superficies de acero usando herramientas impulsadas por una fuente de poder. Estas herramientas son básicamente similares a las usadas para la limpieza manual, pero se emplean con una fuente de poder como electricidad o aire comprimido. Este proceso puede eliminar el mill scale, óxido, pintura y otra materia extraña perjudicial suelta, pero no está diseñado para removerlos en caso estuvieran bien adheridos. Al igual que en la norma SSPC SP2, se consideran bien adheridos si no pueden removerse levantándolos con una espátula sin punta. La norma más usada para regir el proceso de este tipo de limpieza es la SSPC SP3.

Limpieza con Herramientas de Poder al Metal Desnudo

Cuando se requieren o se especifican los más altos niveles de preparación de la superficie, la producción de un perfil de anclaje es una parte obligatoria, por tal razón este tratamiento, define una limpieza con herramientas de poder en donde se desea una superficie del metal desnudo, limpio y rugoso. Las superficies metálicas preparadas, cuando se observan sin magnificación, estarán libres de todo aceite visible, grasa, suciedad, polvo, mil scale, óxidos, pintura, productos de la corrosión y otra materia extraña. La norma más usada para regir el proceso de este tipo de limpieza es la SSPC SP11.

Limpieza por Chorro Abrasivo Seco

El método más usado para la preparación de la superficie para la aplicación de recubrimientos es la limpieza abrasiva seca. De hecho, cuando se aplican modernos recubrimientos sofisticados para la protección de la superficie, no existe ningún proceso alternativo verdaderamente satisfactorio o con su equivalente económico. La limpieza abrasiva seca es una corriente extremadamente concentrada de partículas abrasivas relativamente pequeñas proyectadas contra la superficie a ser preparada, desgastándola por el impacto a alta velocidad de las partículas abrasivas, removiendo mil scale, óxido, pintura antigua u otros contaminantes, creando una superficie con un perfil de anclaje adecuado para la adhesión del sistema de pintura. Se han definido varios grados, o normas, de limpieza superficial obtenidos mediante limpieza abrasiva. Las normas de limpieza abrasiva para el acero que normalmente se usan en estas aplicaciones son elaboradas por NACE, SSPC e ISO.

Las más usadas para la limpieza abrasiva son:

- SSPC SP5 “Limpieza Abrasiva a Metal Blanco”.
- SSPC SP10 “Limpieza Abrasiva a Metal Casi Blanco”.
- SSPC SP6 “Limpieza Abrasiva Comercial”.
- SSPC SP7 “Limpieza Abrasiva Superficial o Brush-Off”.

Limpieza por Chorro Abrasivo Húmedo

Esta preparación de la superficie para la aplicación del recubrimiento se le conoce también como wet blasting, es un método de limpieza que consiste en inyectar agua en la corriente de aire/abrasivo que es impulsado por un equipo convencional generador de aire presurizado, tal como se menciona en la norma SSPC TR2 y que se desarrolló por dos razones

principales. Primero, la presencia de agua reduce las emisiones de polvo y permite el uso de técnicas de limpieza abrasiva en lugares donde el polvo es considerado una molestia o un peligro. Segundo, el agua puede tener el efecto de lavar contaminantes solubles que la limpieza abrasiva seca no puede quitar fácilmente. Los componentes peligrosos del residuo, incluyendo emisiones de polvo, son muy reducidos, hasta 75% del polvo no puede escapar de la corriente de agua y es, en teoría, incapaz de entrar en el ambiente circundante inmediato. (Sánchez Mercado, I. Á. 2015)

Recubrimientos

Un recubrimiento es una mezcla heterogénea de productos que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua sin pegajosidad y con las características para las que ha sido concebida. (Carbonell, J. C. 2011, p.3)

Un ambiente severo, marino o químico, normalmente exige un mayor grado de limpieza para asegurar el buen desempeño del sistema de recubrimientos. Un ambiente más rural – con menos contaminación – permitirá un mejor desempeño del mismo sistema de recubrimientos o el mismo desempeño si se aplica a un menor grado de preparación de la superficie. Los sistemas de recubrimientos varían significativamente en su habilidad para unirse al acero. Algunos recubrimientos con buenas propiedades de humectación, como los epóxico mastic, los alquídicos, y algunos productos bituminosos, se adhieren mejor que otros a una superficie no tan completamente limpia. Mientras que los productos del tipo epóxico fenólicos, epóxico novalacas, y las del tipo rico en zinc, se adhieren mejor en una superficie completamente limpia. Sin embargo, todos los sistemas tendrán un mejor desempeño en una superficie bien preparada, con un buen perfil de anclaje.

La composición de un recubrimiento básicamente se compone de:

Pigmentos

Compuestos orgánicos o inorgánicos que proporcionan a la pintura el color y poder de cubrimiento. Son opacos en húmedo como en seco.

Cargas

Son de naturaleza inorgánica, aportan cuerpo, materia sólida y dan estructura y viscosidad. Son opacas cuando están secas pero translúcidas cuando están húmedas.

Resinas o Ligantes

Son productos cuya misión es mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas una vez la pintura está seca.

Disolventes

Se denomina al agua y otros productos orgánicos cuya función es dar viscosidad óptima a la pintura según su método de aplicación.

Aditivos

Productos dosificados en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de aplicación de pinturas.

Aseguramiento de Calidad

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen disposiciones de esta norma. En el momento de la publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación, y en las cuales nuestro proyecto las adoptara como

marco legal, además de las normas legales vigentes del medio ambiente que rijan en nuestro país.

(Carbonell, J. C, 2011)

Normas y Procesos Estandarizados

NTC 591: 1972, Pinturas. Determinación del espesor de la película seca.

NTC 592: 1991, Pinturas y productos afines. Determinación del brillo especular de películas de pinturas no metálicas a distintos ángulos de incidencia.

NTC 1457: 1978, Pinturas. Comportamiento a la intemperie.

NTC 3733: 1995, Práctica para el ensayo de discontinuidad del recubrimiento protector no conductor sobre sustratos metálicos.

NTC 3892: 1996, Preparación de superficies metálicas. Limpieza con herramientas manuales.

NTC 3893: 1996, Preparación de superficies metálicas. Limpieza con herramientas eléctricas.

NTC 3896: 1996, Preparación de superficies metálicas. Limpieza con chorro grado comercial

NTC - 3951 Sistemas de pinturas protectoras variables de evaluación en campo

ASTM D3359 Método estándar Prueba de Adhesión

ASTM D 4414: 1990, Practice for Measurement of Wet film Thickness by Notched Gages.

ASTM D 4541: 1995, Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings using Portable Adhesion Testers.

Variables a Evaluar en Campo

Las variables que deben verificarse durante la aplicación, recepción de la obra y desempeño a través del tiempo, de sistemas de pinturas aplicados en cupones y/o equipo en cupones y/o equipos. (Norma Técnica Colombiana [NTC] 3951, 2009)

Espesor de Película Húmeda (EPH): Se efectúa de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM D 4414.

Espesor de Película Seca (EPS): Se debe efectuar de acuerdo con la NTC 591.

Adherencia: Se deberá efectuar de acuerdo con la Norma ASTM D 4541.

Brillo: Se deberá efectuar de acuerdo con la NTC 592.

Discontinuidad Eléctrica: Se deberá efectuar de acuerdo con la NTC 3733.

Entizamiento: Se debe efectuar de acuerdo con la NTC 1457.

Cuarteamiento: Se debe efectuar de acuerdo con NTC 1457

Estabilidad del Color: Se debe efectuar de acuerdo con la NTC 1457.

Productos de Corrosión u Oxidación: Se debe efectuar de acuerdo con la NTC 1457.

Perfil de Rugosidad: Deberá estar entre 38 micrones y 63 micrones (1.5 mil a 2.5 mil).

Metodología

Para poder realizar la estandarización de este proceso se requiere realizar una investigación detallada de cómo se está llevando actualmente el proceso por parte de las directivas de la empresa MSGC SAS y los operarios certificados para esta actividad, con esto se busca asegurar la fiabilidad, calidad y eficiencia del proceso; mediante la implementación del ciclo PHVA, el cual busca la Mejora Continua de los procesos en los cuales se aplique. Para poder alcanzar los objetivos propuestos dentro de este proyecto, se hace esencial la realización de un diagnóstico de cómo se está llevando a cabo actualmente el proceso en mención. Este diagnóstico se llevará a cabo realizando una recolección de información en cuanto a formación del personal, equipos y demás variables que intervienen en el para lograr estar alineados con la normativa de este tipo de actividades como son las normas NACE y SSPC. A continuación, iniciaremos con el diagnóstico de las condiciones actuales que la compañía MSGC SAS, se encuentra ejecutando las diferentes actividades del proceso de Preparación de superficie y aplicación de recubrimientos.

Figura 1*Diagrama de Ishikawa**Fuente: Autoría Propia*

Como parte del estudio realizado para hallar las posibles fallas, obstáculos o problemas que se presentan durante este proceso de sandblasting y pintura se realizan encuestas técnicas a todo el personal involucrado en el mismo para tener de primera mano la información que involucre todas las variables a corregir, para tener un proceso articulado.

Con el podremos empezar a identificar los diferentes factores que estén siendo fuente de los problemas causantes del sobre costo en este proceso, pues al involucrar a todo el personal se podremos atacar estas condiciones y erradicarlas de la actividad, como parte de la mejora continua.

Desarrollo del ciclo PHVA

El ciclo PHVA de mejora continua (Planificar, hacer, verificar, actuar), proviene de las siglas en inglés PDCA (Plan, Do, Check, Act). Se trata de un ciclo que fue desarrollado inicialmente en el año 1.920 por Walter Shewhart, y fue popularizado por W. Edwards Deming, razón por la cual, es conocido como el «Ciclo de Deming».

Dentro del contexto de un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), el PHVA, es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema del proceso como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de la calidad. (Romero, Dayana).

Figura 2

Ciclo PHVA



Fuente: Tomado de <https://webdayanaromero.com/ciclo-phva-de-mejora-continua/>

Planear

El objetivo principal de la implementación de esta herramienta aplicada al proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos, es reducir de manera efectiva los sobrecostos generados por no contar con una estandarización de esta actividad, para lograr una adecuada comprensión y estructuración de este trabajo de estandarización, es fundamental establecer con claridad las metas que orientarán cada una de sus etapas. Estas metas han sido formuladas con el propósito de abordar los aspectos técnicos más relevantes en el proceso de preparación de superficies y aplicación de recubrimientos, considerando todos los aspectos técnicos y de calidad de los servicios prestados.

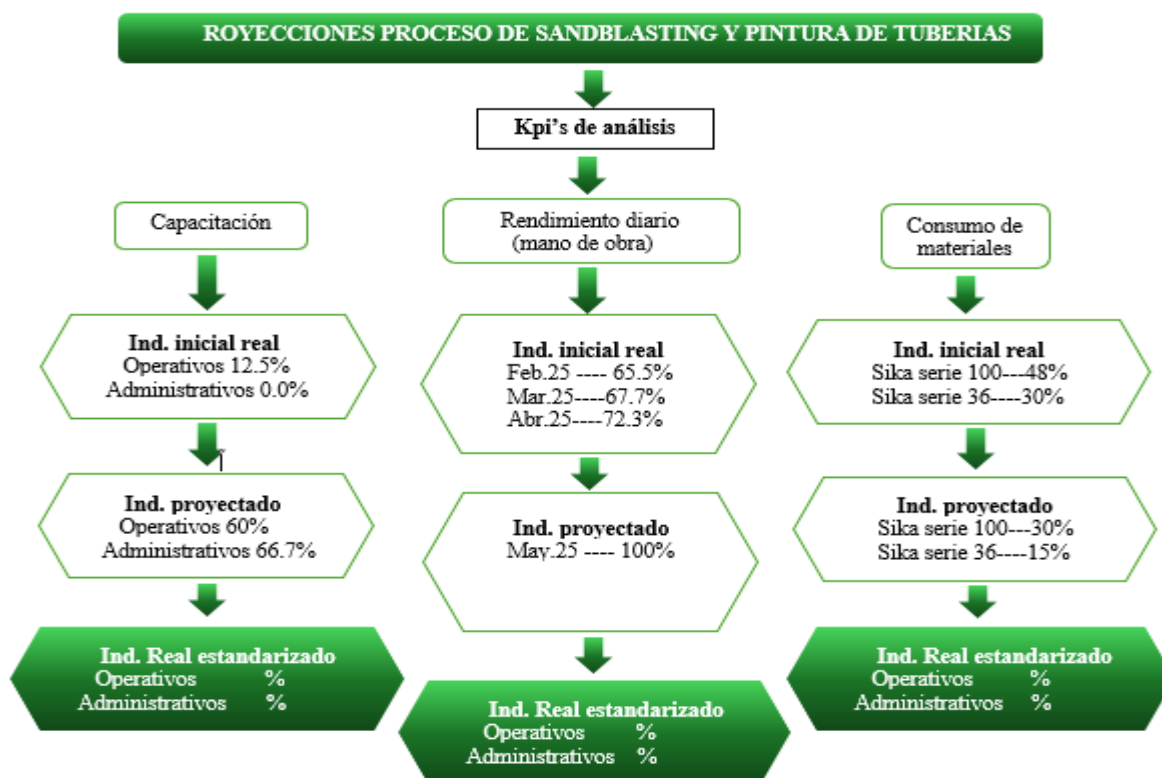
Realizar mediciones cuantitativas (tiempos) a la manera en la que el personal operativo realiza sus actividades, así como la eficiencia del personal administrativo con la logística que este proceso requiere como son los insumos, equipos y otros que intervienen a lo largo de la cadena de producción del servicio que presta la compañía MSGC SAS.

Conocer de forma exacta el nivel de conocimiento de todo el personal involucrado sobre el proceso de sandblasting y pintura de tuberías, para atacar esta falencia desde el interior de la compañía, pues es un proceso manual que involucra el factor humano en cada una de sus fases, ya que el rubro de la inversión es esencial para reducir las malas prácticas, este costo asociado es de \$4'250.000 para operativos y \$3'200.000 para administrativos, con esto se evitan los reprocesos por bajos perfiles de anclaje y espesores, con ello se eliminarían horas extras de \$112.500 diarios, monto que al cierre del año asciende a \$17'550.000 aproximadamente, lo que llevaría a tener un costo de inversión en capacitación contra las horas extras registradas.

Obtener una reducción en el consumo de materias primas por malas prácticas y falta de conocimiento del personal que los utiliza a lo largo del proceso, sin afectar la calidad de los recubrimientos aplicados a los productos finales, pues con la dinámica de los trabajos realizados mensualmente durante el año 2024 contamos que la compañía MSGC SAS, invierte en compra de recubrimientos, diluyentes y arenas \$78.000 para cada m2 de pintura aplicada, generando compras a los proveedores por \$421´200.000 aproximadamente, evidenciando que la meta es reducir en un 25%, se obtiene que el sobre costo anual por malas prácticas con los materiales usados es de \$84´348.000 aproximadamente.

Figura 3

Análisis y Proyecciones del proceso



Fuente: Autoría Propia

Realizar un mapa del proceso para poder identificar y documentar cada etapa del proceso de pintura (preparación de superficie, aplicación de recubrimientos, secado, inspección de calidad, etc.).

Llevar una recopilación de datos donde se medirá el conocimiento, experiencia, tiempo de ciclo, defectos comunes, retrabajos, consumo de materiales y otras variables durante el proceso, teniendo en cuenta al personal operativo, de calidad y administrativo que intervienen en el proceso.

Identificar los problemas que se presentan durante el proceso, como son la falta de estándares al momento de la aplicación de recubrimiento, variabilidad entre operarios, defectos frecuentes, consumo de materias primas e insumos y demás.

Realizar un procedimiento estándar del proceso de sandblasting y pintura de tuberías.

Implementar un método de control usando la metodología 5'S, para ayudar a los operarios con el cumplimiento de los estándares que ayudaran a reducir los sobrecostos que se están teniendo.

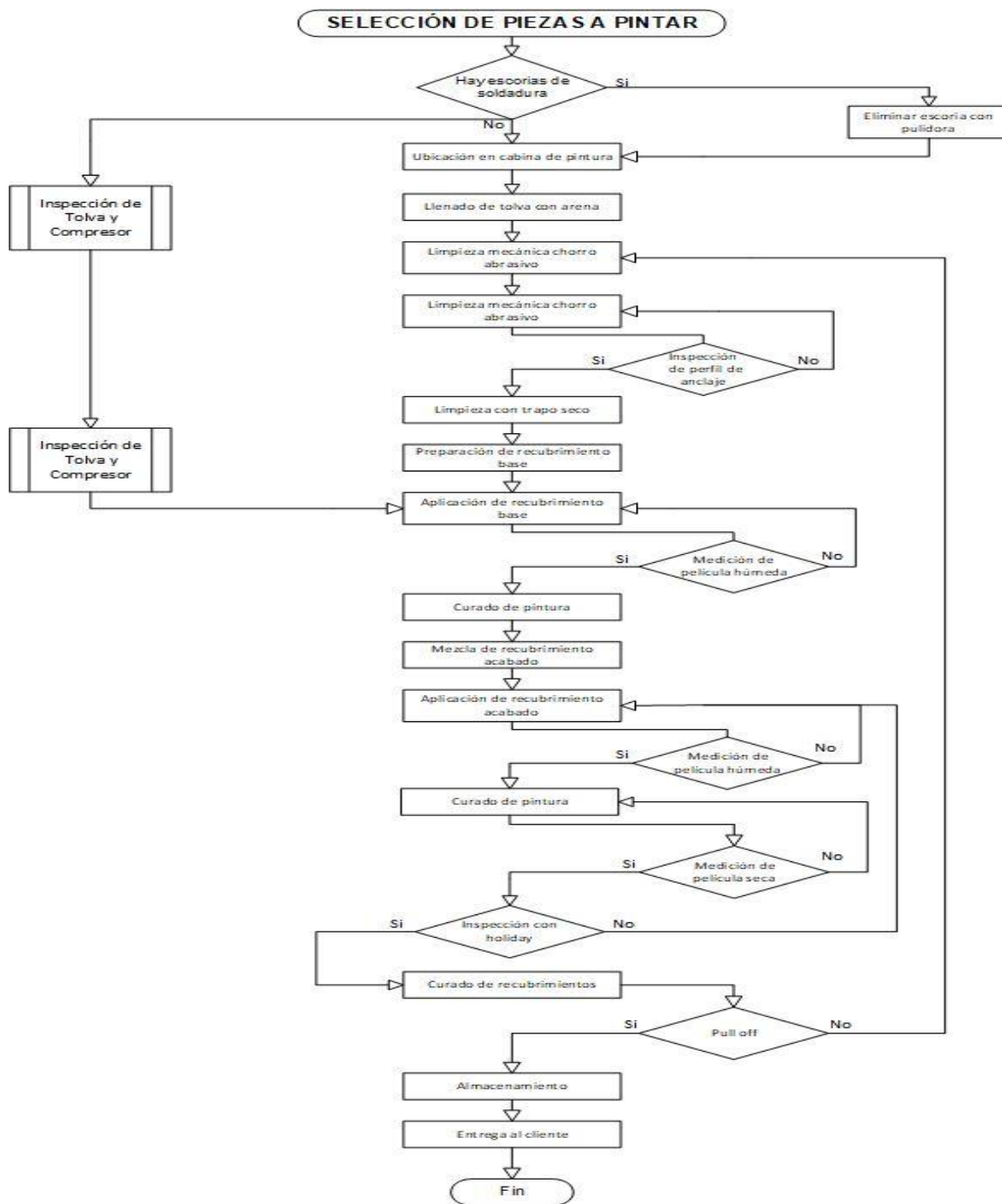
Realizar una verificación en campo de las condiciones y comportamiento de los trabajadores antes, durante y después de realizar las actividades del proceso analizado.

Implementar documentación que nos ayude a medir los resultados esperados y hacer seguimiento al proceso mediante listas de chequeo de calidad, registro de inspección por lote o unidad, registro de mantenimiento preventivo de equipos de pintura y los que aplique.

Hacer

Figura 4

Mapa de proceso



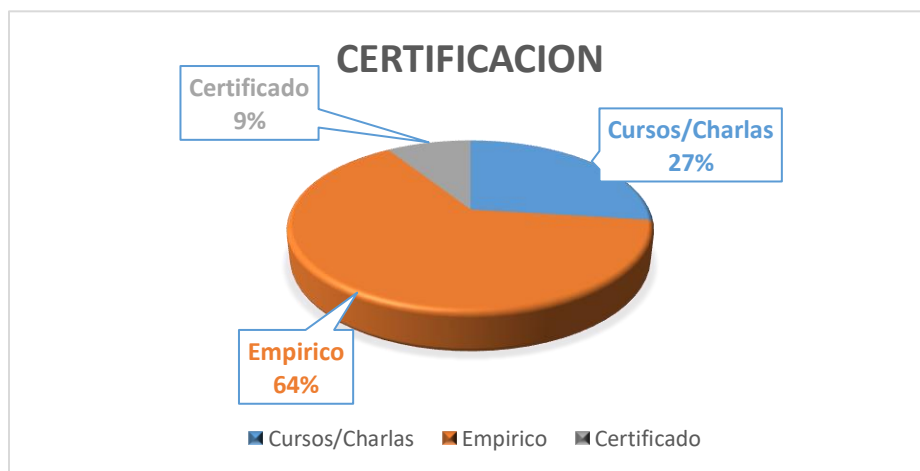
Fuente: Autoría Propia

Tabla 1*Resultados formación personal involucrado***ENTREVISTA A PERSONAL COMPAÑÍAS MSGC SAS (CONOCIMIENTO)**

NOMBRE	PROFESION	CARGO	EXPERIENCIA EN SANDBLASTING Y PINTURA	CERTIFICACION ASCORR U OTRA	FIRMA
Wilson Galvis	Ing Mecanico	Gerente	10 años (empirico)	Charlas/Cursos	
Julieta Sandoval	Ing Industrial	Ing Proyectos	5 años (empirico)	Charlas/Cursos	
Katusca Reyes	Ing Industrial	QA-QC	5 años (empirico)	Charlas/Cursos	
Cesar Patiño	Sandblastero/Pintor	Sandblastero/Pintor	15 años	Asscor (vigente)	
Juan Carlos Cardenas	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	8 años (empirico)	Ninguna	
David Hernandez	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	11 años (empirico)	Ninguna	
Helmer Bacca	Supervisor mecanico	Supervisor mecanico	18 años (empirico)	Ninguna	
Felipe Herrera	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	3 años (empirico)	Ninguna	
Ferney Beltran	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	9 años (empirico)	Ninguna	
Angel Isaias Reyes	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	5 años (empirico)	Ninguna	
Dumar Caro	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	2 años (empirico)	Ninguna	

Nota: Tomado del apéndice A, Entrevistas a personal operativo y administrativo.

De esto se puede concluir que el 27% de las personas entrevistadas ha recibido al menos cursos y charlas en preparación de superficies y aplicación de recubrimientos y que tienen una experiencia mínima de 5 años. Se detectó que los empleados que laboran como ayudantes de sandblasting y pintura entrevistados (64%) no tienen ninguna formación técnica en sandblasting, su aprendizaje ha sido totalmente empírico y solo la persona encarga del proceso cuenta con certificación vigente emitida por un ente certificador (Ascorr).

Figura 5*Personal Certificado*

Fuente: Autoría Propia

También, durante este espacio al mismo personal se le indagó acerca de la principal debilidad observada durante el proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento, el resultado obtenido fue el siguiente.

Tabla 2*Resultados Encuesta debilidades del proceso*

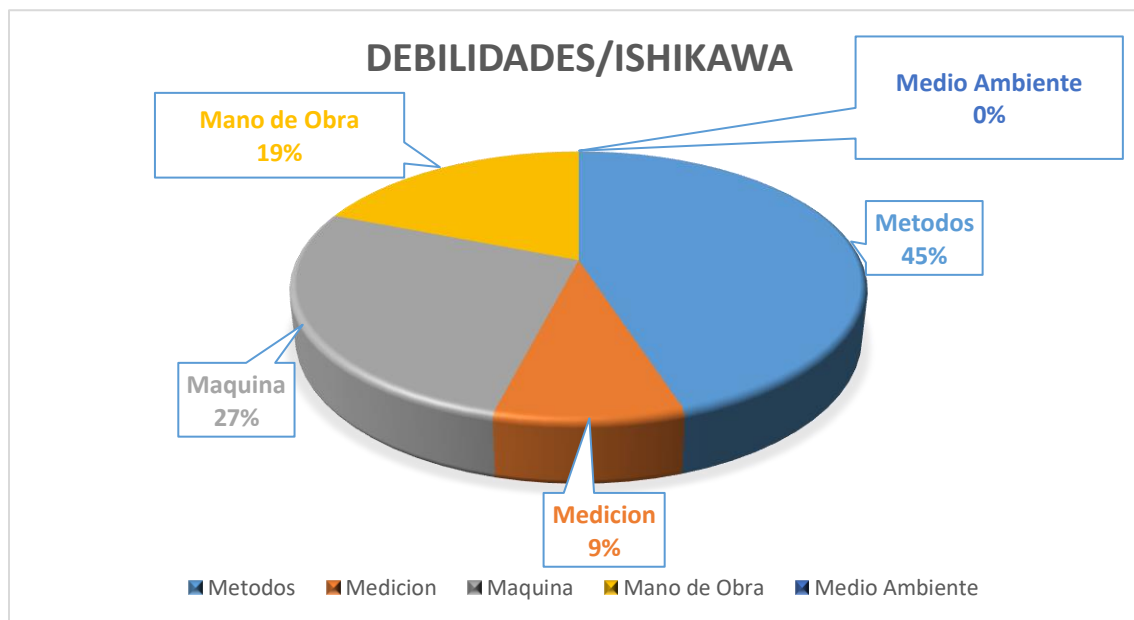
ENTREVISTA A PERSONAL COMPAÑÍAS MSGC SAS (DEBILIDAD DEL PROCESO)			
NOMBRE	PROFESION	CARGO	DEBILIDAD DEL PROCESO
Wilson Galvis	Ing Mecanico	Gerente	Los equipos de sandblasting y pintura no son propios.
Julieta Sandoval	Ing Industrial	Ing Proyectos	Desorganizacion y falta de control a personal operativo.
Katusca Reyes	Ing Industrial	QA-QC	No se siguen los estandares dados por los fabricantes de los recubrimientos.
Cesar Patiño	Sandblastero/Pintor	Sandblastero/Pintor	El almacenamiento de la arena no es el adecuado y en ocasiones esta se humedece.
Juan Carlos Cardenas	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Fallas constantes de los compresores usados.
David Hernandez	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Falta de capacitacion y entrenamiento al personal.
Helmer Bacca	Supervisor mecanico	Supervisor mecanico	Tiempos cortos de entrega de los productos.
Felipe Herrera	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Desgaste en los empques de las mangueras ocasionan perdidas de tiempo.
Ferney Beltran	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	No se tienen los consumibles y herramientas en un sitio específico, se dificulta la busqueda de los mismos
Angel Isaias Reyes	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Los preoperacionales de los equipos se diligencian a veces sin su respectiva inspeccion.
Dumar Caro	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Uso constante de la frase así lo hemos realizado siempre.

Fuente: Autoría Propia

En la tabla anterior se puede identificar la correlación de la respuesta dada por los entrevistados y el diagrama Ishikawa, una vez se les preguntó acerca de la debilidad del proceso.

Figura 6

Debilidades del proceso



Fuente: Autoría Propia

Se puede concluir que la mayor debilidad del proceso según los empleados de MSGC SAS, está asociada a los métodos utilizados en este. El 45% de los entrevistados dio respuestas acerca de la debilidad que tenían que ver directamente con los métodos, seguido por un 27% asociados a problemas con Máquinas y equipos.

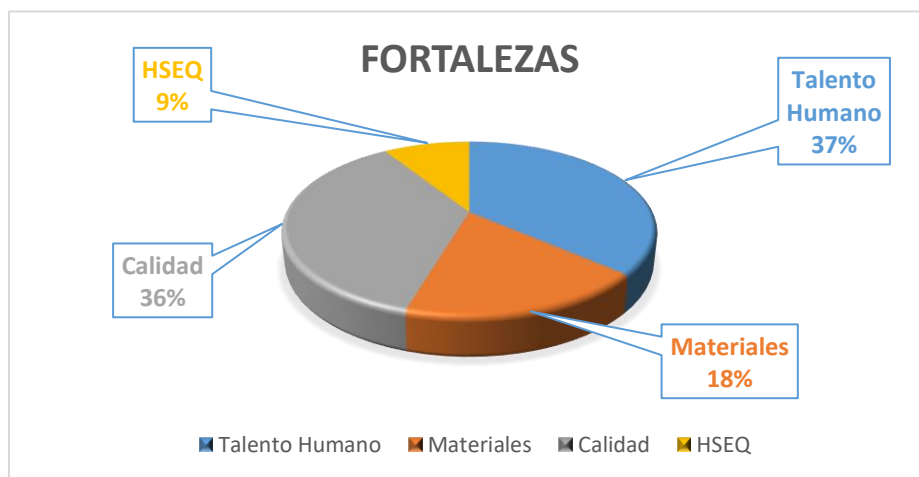
De la misma manera, al personal de MSGC SAS se les consultó las fortalezas que se tienen en cuanto al proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3*Resultados Encuesta fortalezas del proceso*

ENTREVISTA A PERSONAL COMPAÑIAS MSGC SAS (FORTALEZAS DEL PROCESO)			
NOMBRE	PROFESION	CARGO	FORTALEZAS DEL PROCESO
Wilson Galvis	Ing Mecanico	Gerente	La disposicion del personal con las actividades y sentido de pertenencia con la compañía.
Julieta Sandoval	Ing Industrial	Ing Proyectos	Siempre se cuenta con materias primas primas, consumibles y demas en stock.
Katiusca Reyes	Ing Industrial	QA-QC	Siempre se entregan los productos con la calidad solicitada por los clientes.
Cesar Patiño	Sandblastero/Pintor	Sandblastero/Pintor	Buena remuneracion del personal.
Juan Carlos Cardenas	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Apoyo por parte del area de ingenieria y calidad en la resolucion de problemas de calidad.
David Hernandez	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Contamos con todos elementos de seguridad requeridos para la actividad.
Helmer Bacca	Supervisor mecanico	Supervisor mecanico	Los turnos de trabajo son flexibles.
Felipe Herrera	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Las pinturas son compradas a proveedores reconocidos y son de buena calidad.
Ferney Beltran	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Los equipos de control de calidad siempre estan calibrados y certificados.
Angel Isaias Reyes	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Las instalaciones estan adecuadas para ejecutar este proceso.
Dumar Caro	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Los retrabajos se realizan de forma inmediata sin margen de entrega de un producto mal terminado.

Fuente: Autoría Propia

En la tabla anterior se puede identificar que con la respuesta dada por los entrevistados una vez se les preguntó acerca de las fortalezas del proceso, estos hicieron énfasis en la disposición de la compañía para la buena ejecución de las actividades en un 36% y como segundo aspecto a destacar fue la calidad que siempre se maneja en la empresa tanto con los materiales como con los productos entregados el cual ocupó también el 36% de esta encuesta.

Figura 7*Fortalezas del proceso**Fuente:* Autoría Propia

Otro aspecto indagado durante las entrevistas fue acerca de las sugerencias que los consultados daban para mejorar significativamente el proceso, a continuación, se muestran las respuestas dadas por los ellos.

Tabla 4*Resultados Encuesta Sugerencias de mejora del proceso*

ENTREVISTA A PERSONAL COMPAÑÍAS MSGC SAS (SUGERENCIAS DE MEJORA DEL PROCESO)			
NOMBRE	PROFESION	CARGO	SUGERENCIAS DE MEJORA DEL PROCESO
Wilson Galvis	Ing Mecanico	Gerente	Adquisicion de equipos propios para tener disponibilidad 100% del tiempo en el aea.
Julieta Sandoval	Ing Industrial	Ing Proyectos	Elaboracion de procedimientos y seguir metodologias de trabajo para evitar sobrecostos.
Katusca Reyes	Ing Industrial	QA-QC	Capacitar tecnicamente a la gran mayoria del personal que interviene en el proceso.
Cesar Patiño	Sandblastero/Pintor	Sandblastero/Pintor	Mejorar la organización del area de trabajo.
Juan Carlos Cardenas	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Solicitar al proveedor de recubrimientos entrenamiento en la preparacion de los mismos.
David Hernandez	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Adecuar la bodega para evitar que la arena se humedezca.
Helmer Bacca	Supervisor mecanico	Supervisor mecanico	Programacion temprana de las actividades para evitar hacer los procesos contrareloj.
Felipe Herrera	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	Campaña de aseo y organización del area de trabajo.
Ferney Beltran	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Cambio en la mentalidad del personal y empezar a trabajar de forma organizada.
Angel Isaias Reyes	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Seguir al pie de la letra las indicaciones dadas por el area de ingenieria.
Dumar Caro	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	Capacitar al personal para dejar de hacer las cosas de manera empirica.

Fuente: Autoría Propia

Las sugerencias de la misma forma fueron tabuladas, dando como resultado la siguiente gráfica.

Figura 8*Sugerencias para mejorar el proceso*

Fuente: Autoría Propia

Con esta información podemos sacar la conclusión que los aspectos de mejora más relevantes según las personas involucradas en el proceso son las herramientas que debe implementar la compañía MSGC SAS para hacer más productivo su proceso con un 46%, de la misma manera también se evidencia que la capacitación del personal para terminar con malas prácticas adquiridas con su aprendizaje empírico ocupa el segundo lugar con un 27% de la encuesta.

En general se puede concluir en que, a pesar de existir diferentes percepciones del proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimiento por parte de los diferentes actores del mismo, es contundente que todos admiten que el proceso contiene de algunas debilidades que deben ser mejoradas y unas fortalezas que deben ser aprovechadas para aumentar su eficiencia, rendimiento y calidad, ya que de esto depende la rentabilidad de la compañía MSGC SAS.

Indicadores KPI's

A continuación, se presentan los diferentes **Kpi's** que permitirán evaluar algunos aspectos fundamentales en el desarrollo de este proyecto.

Kpi Capacitación

Este indicador fue creado como mecanismo de control en el área de talento humano de tal forma que permitiera medir y a su vez gestionar el desarrollo de la mano de obra en aquellas debilidades presentes durante el desarrollo de las diferentes actividades comprendidas en un proyecto.

De esta manera se puede evaluar valga la redundancia, una debilidad muy marcada como lo es la ausencia de capacitación, certificación, formación, etc. de los operarios respectivamente.

Tabla 5

Indicador de Capacitación

CAPACITACION DEL PERSONAL			$\frac{\text{Personal Certificado}}{\text{Total del Personal}} \times 100$	
Area	Certificado	NO Certificado	Objetivo	Real
Operativo	1	7	100%	12,5%
Administrativo	0	3	100%	0,0%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento antes de la estandarización.

Cuando el operario cuenta con un conocimiento más afianzado y sólido de las actividades que se encuentra desarrollando, propicia un mejor desempeño que se verá reflejado en las diferentes variables que interfieren en este proceso.

Por esta razón se presenta el siguiente Kpi

Kpi Rendimiento (Diario del personal)

Diseñado desde el área operativa para controlar y gestionar la variable de tiempo en relación con el avance de actividades.

Una de las variables con mayor impacto en este proceso es la del tiempo, más precisamente en la pérdida del mismo como consecuencia del trabajo empírico, sin contar con una estandarización de actividades antes, durante y después de sandblasting y pintura de tuberías.

Tabla 6

Indicador de Rendimiento diario del personal

RENDIMIENTO DIARIO DEL PERSONAL			<i>Total M2 x Dia</i>	
Mes	M2 x Hora	Horas efectivas Diarias	<i>Objetivo M2 dia</i>	Porcentaje de cumplimiento
feb-25	2,9	7	31	65,5%
mar-25	3	7	31	67,7%
abr-25	3,2	7	31	72,3%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento antes de la estandarización.

Tendiendo presente estos indicadores mencionados anteriormente y que influyen de forma directa en el uso eficiente de insumos es importante agregar un último Kpi.

Kpi Consumo de recubrimientos

Al igual que el Kpi rendimiento de personal, este indicador también hace parte del control ejecutado por el área operativa, se puede considerar que tanto el nivel de capacitación como el rendimiento de personal afectan directamente el consumo de material para recubrimientos, dicho de otra manera, la falta de conocimiento de una buena preparación debido a que cada uno tiene una cantidad exacta en la mezcla de componentes según la ficha técnica del fabricante, en este caso la marca SIKA o en la secuencia de aplicado, generando uso desmesurado de materiales en cuestión, además de implicar retrasos en la ejecución de las obras.

Tabla 7*Indicador de Consumo de Recubrimientos*

Consumo de Recubrimientos			$100/\frac{M2\text{ segun fabricante}}{M2\text{ actualmente}} - 100\%$	
TIPO DE RECUBRIMIENTO	M2 x galon (según fabricante)	M2 x galon actualmente	Objetivo M2 sin desperdicio	Porcentaje de Desperdicio
Sika serie 100	9,52	4,95	9,52	48%
Sika serie 36	21	14,71	21	30%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento antes de la estandarización.

Evidencias levantadas en campo

Parte de este trabajo de estandarización también contempla la verificación en campo de las variables esenciales del proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos, la toma de tiempos, la inspección de las áreas y demás recursos que intervienen en dicho proceso.

Durante una actividad rutinaria de pintura de tuberías de 3” y 4” para construcción de “crossover de conexión cabeza de pozo”, se concertó este seguimiento al personal, cumpliendo con todos los parámetros de SSTA o HSEQ requeridos por la compañía MSGC SAS, donde antes de iniciar se socializo la actividad y se les expuso que desarrollaran sus actividades de forma habitual.

Recolección de datos

Solo se realizó preoperacional del compresor de aire Kaeser 185 CFM, el operario no realizo inspección preoperacional a la tolva de arena.

Figura 9

Inspección Preoperacional de equipos



Fuente: Autoría Propia

Se evidencia tiempo improductivo de 17 minutos, ya que nadie tuvo en cuenta que en la cabina de sandblasting no habían posicionado ninguno de las piezas que se van a pintar, todo el personal operativo se dispuso a cargar la tolva con arena y combustible al compresor, debido a esto antes de iniciar 2 ayudantes se encargaron de la ubicación de las piezas.

Tabla 8

Tiempos para cada actividad Fase alistamiento

	Tiempo Normal x M2	Tiempo Real x M2	Tiempo Simultaneo
Selección de piezas a pintar	10 min	15 min	15 min
Ubicación en cabina de soldadura	10 min	15 min	
Tanqueo de Compresor	5 min	10 min	
Cargue de Tolva	10 min	15 min	

Fuente: Autoría Propia

Debido a la geometría de las piezas a preparar mediante sandblasting cada una de las piezas en esta parte del proceso tomo 8 minutos, para esto se calculó el área en M2.

Diámetro de la tubería: 4.5" o 0.114 m

Formula: $0.114 * 3,1416 = 0.359 \text{ m}^2$

Área de cada pieza= $3 * 0.359 = 1,0772 \text{ m}^2$

Figura 10

Sandblasting (Prep. De superficie)



Fuente: Autoría Propia

Luego de realizar la preparación de la superficie las piezas son trasladadas de la cabina de sandblasting y se pasan a limpieza con trapo seco y limpio, la medición de perfil de anclaje se realiza en platina probeta, el cual debe estar entre 1,5 mil's y 3.0 mil's.

Tabla 9

Tiempos para cada actividad Fase Sandblasting

	Tiempo Normal x M2	Tiempo Real x M2
Preparación de Superficie	2 min	5 min

Fuente: Autoría Propia

Figura 11

Medición Perfil de anclaje



Fuente: Autoría Propia

Verificado el perfil de anclaje y teniendo una cantidad considerable de piezas limpias y listas se realiza la mezcla de los componentes A y B del recubrimiento base, en esto se evidencio nuevamente pérdidas de tiempo (35 min) ya que no se contaba con una cantidad considerable de ajustador tipo Thiner, momento donde todos pararon actividades mientras este era suministrado.

Durante esta preparación del producto base se evidencia que las medidas exactas recomendadas por el fabricante (SIKA) en su ficha técnica, no se cuantifican de manera correcta, ya que los recipientes no poseen ninguna unidad de medida, esto lo ejecutan calculando visualmente las proporciones de cada uno de los componentes.

En el proceso de preparación de superficie (pintura) se usó compresor eléctrico convencional, con boquilla adecuada para el tipo de recubrimiento, pero el espesor en película húmeda, estuvo por debajo del requerido por el cliente (9 mil's), motivo por el cual se debió aplicar otra capa de recubrimiento para llegar al espesor requerido, esto se debió a que al momento de mezclar los componentes aplicaron una cantidad mayor de ajustador (diluyente) lo que causa que la pintura sea en teoría un poco más líquida, por ende al aplicarse su espesor será menor, esto debido a que el operario de pintura “siempre lo ha hecho de esa forma y siempre queda bien”, mala práctica evidenciada en tiempo real.

Esta acción o mala práctica (empírica) ocasiono una pérdida de tiempo significativa, ya que se debió esperar un curado al tacto según ficha técnica del producto (1 hora) y mezclar nuevamente componentes del mismo para aplicar una segunda capa de pintura.

Tabla 10

Tiempos para cada actividad Fase Pintura

	Fase Pintura	
	Tiempo Normal x M2	Tiempo Real x M2
Preparación de Recubrimiento Base	3 min	4 min
Aplicación de Recubrimiento Base	2 min	3 min
Preparación de Recubrimiento Acabado	3 min	4 min
Aplicación de Recubrimiento Base Acabado	2 min	3 min

Fuente: Autoría Propia

Figura 12*Aplicación de Pintura Base*

Fuente: Autoría Propia

Por tratarse de un recubrimiento epóxico con 100% sólidos (al secar no debe perder espesor), se dejan secar las piezas y se continúa con el proceso de preparación de superficie a otra tanda de piezas, las fallencias se vuelven a repetir ya que nadie cargó la cabina con más piezas y se debió esperar hasta que lo realizaron.

Ya secas las piezas pintadas con recubrimiento base, se prepara la superficie con una activación suave con lija #80 y se limpian nuevamente las piezas, luego inicia el proceso de preparación y mezcla de recubrimiento de acabado y se tiene nuevamente pérdida de tiempo ya que todo el grupo de operarios se dedican a lo mismo y nadie alterna actividades, en esta parte del proceso se detiene cualquier trabajo de sandblasting debido a que el ambiente debe estar

limpio de impurezas que se adhieran a la pintura de acabado, toman condiciones del clima (temp. ambiente, punto de rocío y temperatura del metal) y se inicia la aplicación del producto acabado, como se trata de un recubrimiento Uretano con 56% de sólidos el espesor requerido solo es de 3 mil's, lo cual en teoría en una sola capa debe de adherirse.

Figura 13

Aplicación de Pintura Acabado



Fuente: Autoría Propia

Figura 14

Seguimiento antes de la divulgación

MSGC		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA			FOR-02-002	
					VERSIÓN-02	
					FECHA DE EMISIÓN	
					15/04/2024	
CONTRATO N°: Pintura Tubercias 3" y 4"						
LÍNEA OPERATIVA No		Cross Over Cobeta de coto		CLIENTE:	SAR.	
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE						
FECHA DE OBRERA	16.03.25 7:25 a.m.	UNIDAD DE EMPRESA	SSPC B	PROFIL DE ANCLAJE:	1.5 @ 2.5m/2	
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	29°C	TIPO DE APLICADOR	Arrojo			
TEMPERATURA METAL (°C)	33°C	CONDICIÓN DEL SUSTRATO				
HUMEDAD RELATIVA (%)	46%	RESISTENCIA	Accud	NO. DE CONTROL	802533	
PUNTO DE ROSECO (°C)	13°C	GRUPO	Protectar	NO. DE CONTROL	110410938	
		GRUPO DE CALIBRACIÓN/CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO	Unit-T	NO. DE CONTROL	54317	
OBSERVACIONES:						
APLICACIÓN DE PINTURA						
	PRIMER	BARRENA	ACABADO	PRIMER	BARRENA	ACABADO
FECHA DE APLICACIÓN:	16.03.25 9:45 a.m.			TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	29°C	-
TORNILLO	S14			FECHA DE APLICACIÓN	16.03.25 2:15 pm	-
NO. DE OBRERA	210954890			TEMPERATURA METAL (°C)	33°C	-
MÉTODO DE APLICACIÓN	Airless			HUMEDAD RELATIVA (%)	46%	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	29°C			PUNTO DE ROSECO (°C)	13°C	-
TEMPERATURA METAL (°C)	33°C			GRUPO DE CALIBRACIÓN/CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO	Unit-T	54317
HUMEDAD RELATIVA (%)	46%			GRUPO DE CALIBRACIÓN/CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO	Protectar	110410938
PUNTO DE ROSECO (°C)	13°C			GRUPO DE CALIBRACIÓN/CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO	Unit-T	54317
PRUEBAS DE ADHERENCIA						
FORMA Y	1	2	3	4	PROMEDIO	
RESULTADO:						
UBICACIÓN:						
TIPO DE SUSTRATO:		BAJOS		BAJOS	PUNTO DE OBRERA	
OBSERVACIONES: Teniendo en cuenta un promedio de 5 m ² de sandblasting y pintura a horas este rendimiento se vio afectado por varios factores.						
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE PINTURA:						

Nota: Tomado del apéndice B, seguimiento del proceso sin ninguna modificación al mismo.

Luego de analizar las actividades ejecutadas como comúnmente se hacían al interior de MSGC se divulgó el procedimiento estandarizado y se dio a conocer a todo el personal operativo donde se indicaron las fallencias encontradas y como atacarlas, arrojando resultados satisfactorios en el aumento de la productividad sin generar ningún desperdicio de materias primas.

Figura 15

Divulgación de procedimiento y sugerencias



Fuente: Autoría Propia

Figura 16

Acta de divulgación de procedimiento

REGISTRO DE ASISTENCIA					FOR-HSE-001 VERSION 06 FECHA REVISIÓN 12/01/2022	
LUGAR: Bodega Base Yopa			FECHA: 17-03-2025		DURACIÓN: 35 min.	
EXPOSITOR: Alexander Cillamitar			FIRMA: <i>[Signature]</i>			
REUNION	GERENCIAL	CALIDAD	TALENTO HUMANO	COPASST		
	HSE	ADMINISTRACIÓN	ALMACEN	OTRO		
ACTIVIDAD	INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> CHARLA	PROYECTO: Implementación y Estandarización Proceso Pintura		
	REINDUCCIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO			
TEMA: Divulgación Procedimiento Sandblasting de Tuberias y Aplicación Recubrimiento						
No	NOMBRE	CEDULA	EMPRESA	CARGO	CELULAR	FIRMA
1	Jesé David Hernandez	9.433.700	MSGC JAS	PAVOR	32032011	Jesé David Hernandez
2	Felipe Benav	1.006.556.797	MSGC	Ayudante	3125546295	Felipe Benav
3	Juan Diego Galvis	118573726	MSGC	Ayudante de	3508431139	Juan Diego G.
4	Thorny Cruz	1.118.548.184	MSGC JAS	Ayudante T	325217838	Thorny Cruz

Nota: Tomado del apéndice D, Asistencia a divulgación de procedimiento estandarizado.

Implementación de Metodología 5'S

Durante este ejercicio de recolección de datos mediante entrevistas al personal involucrado tanto operativo como administrativo de la compañía MSGC SAS, también conociendo los lineamientos en SSTA de su sistema de gestión interno y los SIG de los clientes para los cuales prestan servicios especializados en el sector público y privado (OIL and Gas), se sugiere iniciar con la implementación de una de las mejores metodologías de trabajo usadas a nivel mundial por pequeñas, medianas y grandes industrias como lo es la Metodología de las 5'S.

El Objetivo de adoptar esta metodología es la de optimizar la eficiencia, calidad y seguridad en el proceso de preparación de superficies y aplicación de recubrimiento de tuberías.

Se puede iniciar con unos simples cambios en los hábitos del personal involucrado hasta hacerla escalar a las demás áreas de la compañía, ya que esta metodología aplica para cualquier tipo de requerimiento.

Seiri (Seleccionar): Eliminar lo que no se requiera

Retirar de las zonas operativas los recubrimientos que se encuentren vencidos o fuera de los parámetros de calidad, para evitar su uso, así mismo, arena que se encuentre húmeda.

Clasificar y retirar equipos y herramientas obsoletos o dañados de las áreas de trabajo, ejemplo de estos son mangueras defectuosas, boquillas en mal estado, manómetros descalibrados, extensiones eléctricas y otros que no se requieran durante el proceso.

Ubicar una zona específica donde se almacenarán los consumibles, equipos y herramientas de uso esporádico, para que todo el personal conozca donde se encuentran y evitar pérdidas de tiempo durante el proceso cuando estos sean requeridos.

Seiton (Ordenar): Ordenar de forma Eficaz

Se busca tener organizadas las herramientas, materiales y consumibles para que sean simples de alcanzar y se reduzcan los movimientos innecesarios durante el proceso.

Crear trayectorias precisas para el traslado de tuberías y equipos, evitando que estos entren en contacto con las piezas que están en el proceso de sandblasting y/o pintura.

Definir zonas concretas para cada herramienta y material, para que sean de fácil identificación.

Instalar elementos de almacenamiento modulares y estanterías para los EPP requeridos como lo son mascarillas, guantes, boquillas, thinner, trapos y demás.

Seiso (Limpiar): Establecer un área de trabajo limpio

Siempre se debe retirar la suciedad y los desechos resultantes del proceso de sandblasting y/o pintura que puedan influir en la calidad del trabajo y en la seguridad de los operadores involucrados en estas actividades.

Tratar de establecer un plan de limpieza que contemple el aseo y el orden de herramientas, superficies y las instalaciones del lugar de trabajo.

Seiketsu (Estandarizar): Implementar procedimientos y estándares

Debemos crear y establecer métodos estándar para asegurar la continuidad, uniformidad y el nivel de calidad en las actividades de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos.

Establecer listas de verificación de inspección para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad propios del proceso.

Implementar procedimiento para el sandblasting y la pintura, especificando etapas, tiempos y recursos necesarios para la ejecución de esta actividad.

Shitsuke (Mantener): Promover la mejora continua

Se debe incentivar y promover la disciplina y el compromiso del personal con los estándares y procedimientos establecidos, para así cerrar el ciclo de la metodología.

Llevar a cabo entrenamientos regulares acerca de las 5'S y su relevancia en el desarrollo del proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos.

Promover la participación activa de los trabajadores en la detección de inconvenientes y opciones de mejora del proceso para poder ser solucionados de forma inmediata.

Implementar revisiones internas para comprobar el seguimiento de las 5'S y hallar oportunidades de mejora.

Verificar

Durante el proceso de verificación de la implementación del procedimiento y puesta en marcha de la eliminación de las malas prácticas, falencias y demás aspectos que estaban causando los sobre costos mencionados en este proyecto, se realizó una medición de adicional, en un ambiente un poco menos controlado pero con condiciones mejores para las actividades de sandblasting y pintura, solo que esta vez se el personal staff de la compañías MSGC SAS, solo se encargaría de coordinar todo lo relacionado con equipos, materiales e insumos necesarios, así como de la supervisión de los trabajos a realizar, pero el personal operativo debió ser contratado como mano de obra 100% del área de influencia del sitio donde se encuentra el tanque al cual se le realizara mantenimiento interno, mediante el reemplazo de su recubrimiento interno, según lo reglamentado en el Decreto 1668 de 2016 que estipula ya que las empresas del sector Oil and Gas deben cumplir a cabalidad dando participación en cuanto a contratación de personal de las áreas de influencia de los proyectos.

Tratándose de un área más grande y de una sola pieza se esperaban rendimientos mucho mejores, en base a que la implementación del POE se realizó sobre tuberías y esta vez debió realizarse en las láminas del fondo y cuerpo del tanque rotulado 1602, al finalizar el turno se calcularon las áreas intervenidas y se arrojó un total de 30.1 m², dado que las horas efectivas de trabajo fueron 7, el rendimiento real fue de 4.3 m² x hora, esto representa un descenso en la productividad del 17.3% comparado con los monitoreos realizados al personal interno de MSGC SAS (5.2 m² x hora).

Este ejercicio evidencia que el personal, aunque tenga capacitación, formación, los equipos se encuentren en condiciones operativas optimas, la logística sea la adecuada, el personal tiene la tendencia de cumplir sus funciones de una forma más lenta, para que su

contrato (obra o labor) el cual tendrá una duración por días hasta que las actividades terminen sea más extenso y recibir una remuneración económica por sus servicios más alta.

Figura 17

Seguimiento a personal de la región

MSCC		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA		FOR-QC-002		
				VERSIÓN-02		
				FECHA DE EMISIÓN		
				15/04/2024		
CONTRATO N°:	Mantenimiento TK 1602					
LÍNEA o ISOMETRICO No.:	Interior TK 1602 LGN.			CLIENTE:	Perenco.	
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE						
FECHA/HORA:	16.04.25. 8:30 am.	GRADO DE LIMPIEZA	SSPC 5	PERFIL DE ANCLAJE:	1.5@3.0 mils.	
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	31 °C.	TIPO DE ABRASIVO	Arena.			
TEMPERATURA METAL (°C):	38 °C.	EQUIPO UTILIZADO				
HUMEDAD RELATIVA (%):	47.1.	RUGOSIMETRO	Accud.	N°:	802533.	
PUNTO DE ROCEO (°C):	14 °C.	EQUIPO UTILIZADO (TERMOMETRO)	Positector	N°:	110410938.	
		EQUIPO UTILIZADO (TERMOPIRÓMETRO DE CÁMARA INFRAROJO)	Unit-T.	N°:	54317.	
OBSERVACIONES:	foto medición se realiza solo con personal de área de influencia del proyecto, personal staff sob en cargo de coordinación y supervisión.					
APLICACIÓN DE PINTURA						
	PRIMER	BARRERA	ACABADO	PRIMER	BARRERA	ACABADO
FECHA/HORA APLICACIÓN:	16.04.25. 2:15 pm			DELTA DE TEMPERATURA (°C)	28 °C	-
TIPOMARCA	AKA.			FECHA/HORA REP. ESPESORES	16.04.25 4:10 pm	-
Nº LOTE	210431080			ESPESOR MÍNIMO (MILS)	18	-
METODO DE APLICACIÓN	Aireless			ESPESOR MÁXIMO (MILS)	25	-

Nota: Tomado del apéndice F, procedimiento aplicado por personal del área de influencia.

Figura 18

Pintura Interna TK 1602



Fuente: Autoría Propia

Ya finalizada la actividad de aplicación de recubrimiento se evidencia un desperdicio considerable de producto (pintura) esto en base a la mala práctica de no tener recipientes medidores para un cálculo exacto de cada uno de los componentes, estos son dispuestos en recipiente para disposición en caneca de color rojo (residuos peligrosos).

Esta información es compartida con el personal operativo y posteriormente administrativo para analizarla y empezar a tomar decisiones sobre el proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos, visualizando que se está teniendo pérdidas de tiempos productivos, materiales y mala manipulación de equipos y herramientas, que al final se convierten en sobre costos a la operación.

Figura 19

Seguimiento después de la divulgación

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA		FOR-02-002 VERSIÓN-02 FECHA DE EMISIÓN 15/04/2014			
CONTRATO N°:	Pintura de tuberías 3" y 4"		CUENTA:	SAR.	
LÍNEA # GEOMÉTRICO N°:	Caso Ober Cabeza de foro		PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE		
FECHAS:	18.03.15 - 0:00 am.	GRUPO DE EMPES:	60PC 5	PERFIL DE INCLINE:	1.5 @ 2.5 m/l
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	30°C	TPO DE ABANCO:	Arena.		
TEMPERATURA METAL (°C):	35°C	EQUIPO UTILIZADO:	Acord.		
HUMEDAD RELATIVA (%):	52%	EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO):	Positector	N° 802533	
PUNTO DE ROCEO (°C):	12°C	EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO) DE CORONA O BROTALICO:	Positector	N° 110410938	
		EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO) DE CORONA O BROTALICO:	Unit-7	N° 543217	
OBSERVACIONES: Esta medición se realizó luego de divulgar un POE para la actividad y de seguir las recomendaciones dadas a MSOC.					
APLICACIÓN DE PINTURA					
PREPARADA APLICADA:	15.05 m ² 10.17 m ²	PREPARADA:	29°C	ENTRADA:	-
OPACIDAD:	2KA	FECHAS DE TEMPERATURA (°C):	18.03.15	SALIDA:	-
VALOR:	21055480	TEMPERATURA (°C):	2:35 pm	EXPOSICIÓN HUMEDAD (%):	9.0
METODO DE APLICACIÓN:	Airless	EXPOSICIÓN HUMEDAD (%):	9.5	EXPOSICIÓN VELOCIDAD (m/s):	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	30°C	EXPOSICIÓN VELOCIDAD (m/s):	9.0	EXPOSICIÓN TEMPERATURA (°C):	-
TEMPERATURA METAL (°C):	35°C	EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO):	Positector	131845	
HUMEDAD RELATIVA (%):	52%	EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO):	Positector	110410938	
PUNTO DE ROCEO (°C):	12°C	EQUIPO UTILIZADO (SERIAL/CONTRATO):	Unit-7	543217	
PILLAGERÍA DE ADHESIVIDAD					
TOTAL:	1	2	3	4	PROMEDIO:
RESULTADO:					
POSICIÓN:					
EQUIPO UTILIZADO:		TIPO:		ESTRUC:	FECHA EMISIÓN:
OBSERVACIONES: Se obtiene un promedio de 5.2 m ² de sandblasting y pintura y ahora se evidencia que siguiendo las recomendaciones incrementa en un 73% la PILLAGERÍA DE CONTINUIDAD DE PINTURA productividad.					
DIBUJO:					

Nota: Tomado del apéndice C, seguimiento del proceso incluyendo las sugerencias establecidas.

Se realizan más tomas de tiempos durante el proceso de Sandblasting y pintura y se reevalúan los Kpi's para comprobar que las mejoras y modificaciones a las propuestas al proceso tienen el beneficio esperado para la compañía.

Kpi Capacitación

Tabla 11

Indicador de Capacitación

CAPACITACION DEL PERSONAL			$\frac{\text{Personal Certificado}}{\text{Total del Personal}} \times 100$	
Area	Certificado	NO Certificado	Objetivo	Real
Operativo	4	5	100%	44,4%
Administrativo	2	1	100%	66,7%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento después de la estandarización

Uno de los más importantes factores del aumento en la productividad y descenso de los sobre costos fue el entrenamiento y capacitación del personal involucrado pues se pasó de un 12.5% del personal operativo certificado al 44,4% y para los administrativos del 0% al 66.7%, logrando paulatinamente que se viera reflejado que las inversiones realizadas en fortalecer las habilidades y conocimientos del personal fueran evidenciadas, como se muestra en el siguiente Kpi.

Kpi Rendimiento (Diario del personal)

Tabla 12

Indicador de Rendimiento diario del Personal

RENDIMIENTO DIARIO DEL PERSONAL			$\frac{\text{Total M2 x Día}}{\text{Objetivo M2 día}}$	
Mes	M2 x Hora	Horas efectivas Diarias	Objetivo M2 Diario	Porcentaje de cumplimiento
may-25	5,2	7	31	117,4%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento después de la estandarización

Esta nueva mentalidad del personal involucrado en el proceso mostro avances muy positivos, debido en principio al contrastar sus conocimientos empíricos con lo aprendido y aplicado luego de las capacitaciones, donde ellos mismos fueron quienes ayudaron a eliminar los tiempos muertos del proceso, este nueva forma de trabajar bajo un estándar contribuyo al aumento de la productividad diaria, pues esta medición paso de un promedio del 67% que equivalía a 29 m2 diarios a un 117.4%, es decir 36.4 m2 diarios, lo que permite eliminar el sobre costo que se tenía por aumento de horas hombre laboradas al día para cumplir los objetivos diarios y así cumplir nuestros clientes en los tiempos plasmados en los Planes de Trabajo (PDT).

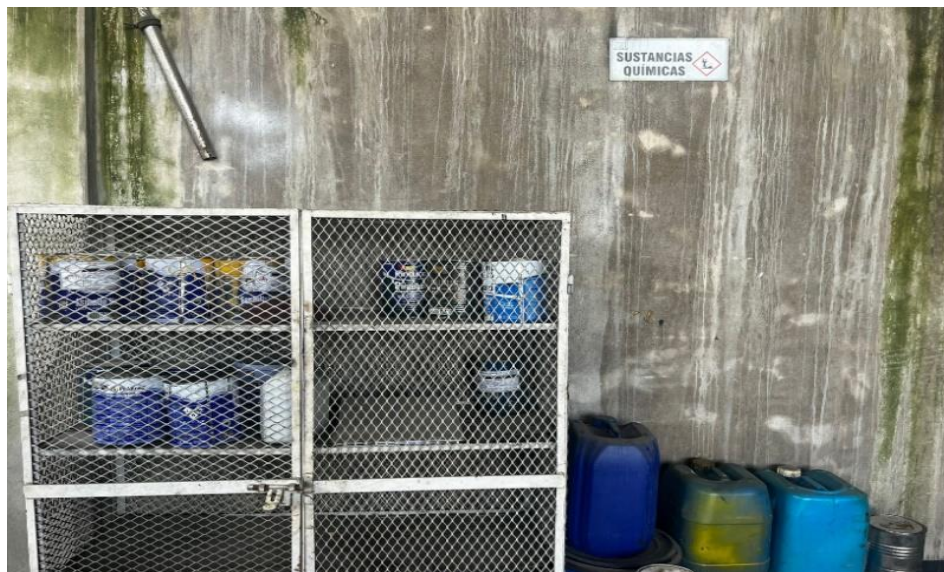
La delegación de actividades al personal operativo fue otro factor clave, debido a que al tener mayor personal capacitado y entrenado, no solo el Sand blastero/pintor era quien debía hacer todo el proceso y los ayudantes de pintura solo seguían ordenes de actividades simples pero no de apoyo, con este cambio se encomendaron tareas importantes para cada uno de los ayudantes involucrados, los cuales ya tenían más claras actividades que debían realizar solos para evitar pérdidas de tiempo y así optimizar los tiempos del proceso, pues ya se cuenta con más personal que sabe realizar las mezclas de componentes en las cantidades requeridas por fichas

técnicas, se conoce la urgencia de que la fase cuello de botella del proceso es la preparación de superficie (sandblasting) y que siempre el operario debe tener piezas en la cabina de arenado y equipos cargados como son el compresor y la tolva de arena, con esto siempre se mantendrá el flujo de tuberías y otros accesorios listos para no detener el proceso y poder pasar a la fase de pintura.

Parte del éxito para el aumento de la productividad fue la puesta en marcha de la implementación de la metodología 5'S, con unos pocos pasos como fueron la ubicación estratégica de los recubrimientos, las herramientas y equipos necesarias para el proceso ordenadas y disponibles, así como los equipos innecesarios retirados a un área aislada y definiendo áreas para cada fase del proceso, con esto los tiempos perdidos por falta de planeación estratégica tanto de operativos como administrativos fueron reducidos a las metas propuestas, pues todas las áreas se involucraron y se contó con alquiler de equipos con mantenimiento preventivo garantizado desde el día anterior al inicio de las actividades, de la misma forma las cantidades de materias primas a usar fueron adquiridas con los proveedores con antelación para siempre tener un stock de más mismas para la disponibilidad de las mismas.

Figura 20

Almacenamiento de recubrimientos



Fuente: Autoría Propia

Figura 21

Alistamiento de herramientas y equipos



Fuente: Autoría Propia

Kpi Consumo de recubrimientos

Tabla 13

Indicador de Consumo de Recubrimientos

Consumo de Recubrimientos			$100/\frac{M2 \text{ Actualmente}}{M2 \text{ segun fabricante}} -100\%$	
TIPO DE RECUBRIMIENTO	M2 x galon (según fabricante)	M2 x galon actualmente	Objetivo M2 sin desperdicio	Porcentaje de Desperdicio
Sika serie 100	9,52	8	9,52	19,00%
Sika serie 36	21	18	21	16,67%

Nota: Tomado del apéndice G, Indicadores de seguimiento después de la estandarización

Uno de los grandes logros obtenidos con la implementación de la estandarización de este proceso es quizás sin duda, el ahorro significativo en cuanto a materias primas, esto debido a que la mala práctica que se usaba al momento de la mezcla de componentes generaba un desperdicio de recubrimiento muy considerable, de la misma manera la implementación de elementos o utensilios de medida, como son los recipientes y paletas de mezclado con cantidades reales para la aplicación de cada una de las partes que requiere el producto por parte del fabricante, ayudaron a que este sobre costo redujera de manera positiva pues para el recubrimiento base pasamos de 48% al 19% y en el recubrimiento acabado de un 30% al 16.67%.

Esta mala práctica se puede cuantificar validando que en el mes de mayo los pagos a proveedores tuvieron una reducción de 27% según las facturas de compra para unas cantidades en promedio iguales a las medidas en los meses anteriores.

Figura 22

Espátulas para mezclado y medida



Fuente: Autoría Propia

Figura 23

Recipientes para mezclado y medida



Fuente: Autoría Propia

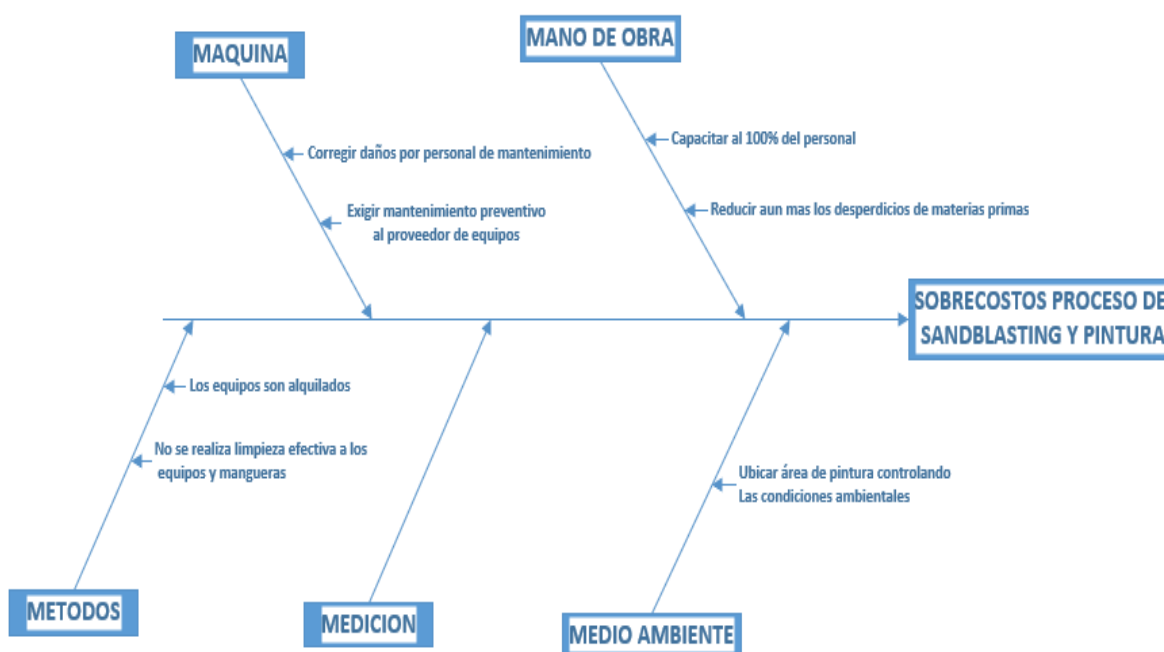
Según los mismos fabricantes de los recubrimientos los desperdicios son sin duda alguna permitidos en este proceso, siempre y cuando sean consecuentes con las cantidades aplicadas, pues siempre quedaran remantes en los recipientes donde vienen envasados para el cliente, también en los utensilios usados para el mezclado y hasta en el momento de ser aplicados, pues su método de aplicación ya sea con equipos Airless o convencionales, estos recubrimientos se aplican en spray y/o abanico, donde muchas veces las partículas se esparcen al ambiente de la cabina de pintura, estas pérdidas son concebidas pero deben tratar de controlarse a niveles mínimos para garantizar un verdadero ahorro de estos productos.

Actuar

De esta forma y contando con la participación de cada uno de los actores involucrados en el proceso de preparación de superficie y aplicación de recubrimientos, podríamos terminar con los tiempos muertos, tiempos perdidos, desperdicios, retrabajos y otras falencias que se vienen detectando en la compañía MSGC SAS, así mismo esto nos ayudara a detectar en tiempo real y podrá cuantificarse todas las debilidades ya conocidas por cada uno de los perfiles de la compañía y poder implementar las sugerencias planteadas usando las fortalezas en cada una de las áreas que se involucran en el proceso.

Figura 24

Diagrama de Ishikawa



Fuente: Autoría Propia

Mediante un nuevo análisis del proceso luego de implementar los cambios, usamos la herramienta del diagrama de Ishikawa, donde evidenciamos que aunque el desarrollo de esta estandarización de proceso fue muy productiva, aún posee falencias que de ser atacadas de forma constante podemos llegar a mejora aún más tanto en productividad como en costos asociados, este análisis fue desarrollado con las partes involucradas y se llegó a consensos para seguir aplicando estas buenas prácticas y cada día buscar la mejora continua.

Como parte de este ejercicio se consolidó un Procedimiento Operativo Estandarizado (POE), para este proceso, dicho documento se documentó de acuerdo a las normas y códigos que rigen este tipo de actividades en la industria y aborda las diferentes variables a considerar, así como los estándares internacionales y nacionales para cada una de las fases y materias primas utilizadas, este documento fue analizado con las áreas de calidad, proyectos y por supuesto gerencia de MSGC SAS, donde se incluyeron los puntos determinantes en el proyecto para garantizar que tanto operarios actuales y/o nuevos puedan utilizarlo como hoja de ruta en la consecución de la mejora continua de una forma correcta que garantice que tanto los costos estarán enmarcados dentro de las proyecciones de la compañía, sin poner en riesgo el factor más determinante que es la calidad de nuestros productos o servicios prestados a nuestros clientes.

Este documento se relacionará a este proyecto como un anexo bajo el nombre PRO-PRY-036, PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A TUBERÍAS y estará disponible en una área destinada para su revisión y consulta de manera periódica por el personal operativo y administrativo cada vez que se requiera, así mismo, con el modelo de mejora continua y atacando los puntos que aún son “pendientes” en el diagrama de Ishikawa final, este documento deberá ser revisado y analizado para su actualización.

Figura 25*Procedimiento Estandarizado*

	PROCEDIMIENTO PARA PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS A TUBERÍAS	PRO-PRY-036
		Versión: 01
		Fecha: 05-06-25
		Página 1 de 27



**Procedimiento para Preparación de Superficies y Aplicación de Recubrimientos a
Tuberías**

Objetivo

El objetivo de este manual es el de presentar un procedimiento de ejecución para la estandarización de los distintos trabajos a realizar durante el proceso de la preparación de la superficie y poder prevenir y controlar en el revestimiento aplicado, los diferentes factores que pueden ocasionar corrosión en la tubería.

Normas y Especificaciones

Las siguientes normas y documentos, en su última edición, son complementarios y

Fuente: Autoría Propia


La demás documentación que deberá tener en cuenta y deberá ser de estricto diligenciamiento como respaldo del proceso y que formara parte de los respectivos dossiers de construcción que se deben entregar a cada uno de los clientes, son las listas de medición y chequeo tanto del proceso como de los equipos y herramientas utilizados.

La lista de verificación del proceso será la encargada de detallar todas las variables solicitadas por los clientes (perfil de anclaje, espesores, END y otros), pero también tiene la

función de medir el rendimiento diario del proceso y así poder entender por qué los objetivos planteados no logran cumplirse y poder atacarlos y solucionarlos en tiempo real.

Figura 26

Anexo 1, Control de Calidad del Proceso

		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA				FOR-QC-002		
						VERSIÓN-01		
						FECHA DE EMISIÓN 15/04/2023		
CONTRATO N°:								
LÍNEA ISOMÉTRICO No.				CLIENTE:				
PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE								
FECHA/HORA:		GRADO DE LIMPIEZA		PERFIL DE ANCLAJE:				
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):		TIPO DE ABRASIVO						
TEMPERATURA METAL (°C):		EQUIPO UTILIZADO						
HUMEDAD RELATIVA (%):		RUDO SIMÉTRICO		N/E:				
PUNTO DE ROCÍO (°C):		EQUIPO UTILIZADO (TERMÓHIGROMETRO):		N/E:				
		EQUIPO UTILIZADO (ESMOLMETRO DE CHAPA O INFRAROJO):		N/E:				
OBSERVACIONES:								
APLICACIÓN DE PINTURA								
		PRIMER	BARRERA	ACABADO	PRIMER	BARRERA	ACABADO	
FECHA/HORA APLICACION:					DELTA DE TEMPERATURA (°C)	-	-	-
TIPO/MARCA					FECHA/HORA: INSP. ESPESORES	-	-	-
No LOTE					ESPESOR MÍNIMO [MILS]	-	-	-
METODO DE APLICACION					ESPESOR MÁXIMO [MILS]	-	-	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):					ESPESOR PROMEDIO [MILS]	-	-	-
TEMPERATURA METAL (°C):					EQUIPO UTILIZADO (ESPEORES):	S/N:		
HUMEDAD RELATIVA (%):					EQUIPO UTILIZADO (TERMIGR)	S/N:		
PUNTO DE ROCÍO (°C):					EQUIPO UTILIZADO (TER. INFRAROJO):	-	-	-
PRUEBAS DE ADHERENCIA								

Nota: Tomado del anexo Formato 1: FOR-QC-002 Preparación de superficies y aplicación de pintura

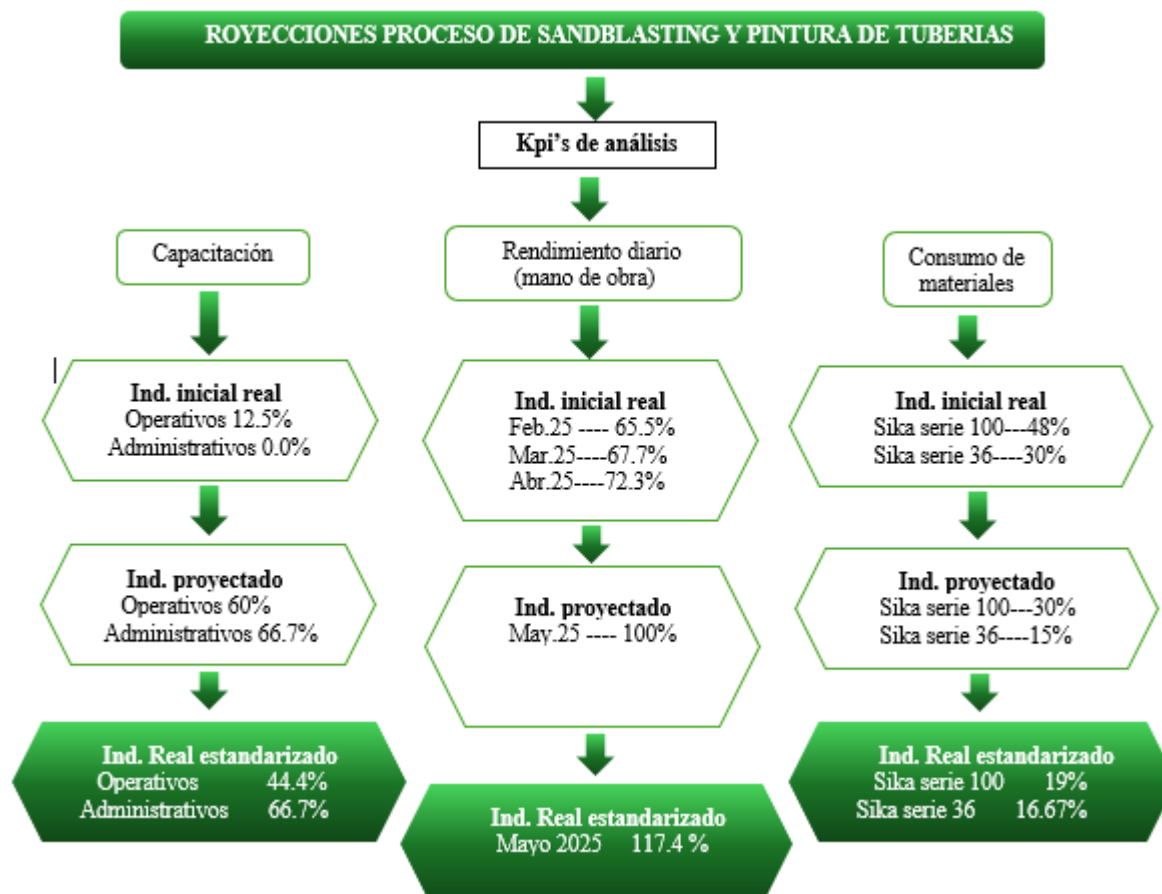
MSGC SAS, realizara proyecciones de los proyectos a futuro según los contratos que se tiene actualmente con los diversos clientes y evaluara la Tasa de Retorno de la Inversión (TRI) para la compra de equipos nuevos y no depender de terceros mediante la modalidad de alquiler, debido a que parte de este proyecto se evidencio que esa era una de las falencias que se tenían y aunque el personal administrativo está trabajando para evitar que estos inconvenientes se repitan,

lo mejor siempre es tener disponibilidad al 100% de equipos nuevos y alineados con el programa de mantenimiento de la compañía.

También continuara con su plan de capacitación y entrenamiento para todo el personal involucrado llegando a la meta que es el 100% de dicho equipo de trabajo, con esto se busca que mediante el área de talento humano se pueda certificar el personal faltante logrando una polivalencia total de cada uno de los miembros del proceso y al estar todos en capacidad y facultados para cada una de las labores y fases del proceso llegar a aumentar la productividad diaria y además no depender de la disponibilidad de las personas capacitadas actualmente, pues en una industria tan cambiante, la migración del personal a otras compañías es algo normal, el área de talento humano debe garantizar que el ciclo de entrenamiento y disposición del empleado en la compañía sea el indicado, pues reemplazar personal en áreas de proceso tan complejas lleva un lapso de tiempo de adaptación de 4 a 6 meses según experiencia interna de MSGC SAS.

Figura 27

Resultados de la estandarización



Fuente: Autoría Propia

Solución del Problema

Para la solución del problema planteado se realizaron una serie de mediciones con el fin de poder calcular y evidenciar donde se estaba originando pérdidas de tiempo por parte de los operadores, ya que al no estar estandarizado el proceso estas actividades no podían ser cuantificadas y lograr así detectar los puntos de falencia de la actividad, así mismo verificar que las dosis de los componentes A y B a mezclar para los recubrimientos sean las recomendadas por el fabricante en la ficha técnica de los productos, ya que su alto costo generan una pérdida de recursos al tener que comprar por separado mayor stock de estos y a su vez compromete la calidad final de la pintura por no seguir los lineamientos exigidos.

La documentación que se realizó para este punto fue:

Procedimiento Escrito del Proceso.

Formatos de Calidad.

Registro fotográfico.

Divulgación de los documentos generados para este proceso.

Asistencia a la capacitación.

Formato de actividades.

Formato preoperacional equipos.

Formato de Medición de condiciones ambientales.

Formato de inspecciones de calidad y END.

Formato de Trazabilidad producto rechazado.

Tabla comparativa de medición de tiempos del proceso.

Conclusiones

Durante este trabajo se logró que los correctivos aplicados a al proceso de Sandblasting y pintura obtuvieran un equilibrio entre la producción diaria y sus operadores responsables del proceso, generando mejoras que permiten evidenciar que la productividad y la calidad de los bienes y servicios conviertan en la mejor plataforma en la búsqueda de nuevos clientes y proyectos, ya que se pueden detectar más fácilmente las desviaciones que se encontraron y así poder atacarlas de forma inmediata.

Cada uno de los puntos del proceso que se encontraban fuera del estándar fueron identificados y se propuso estrategias para poder evidenciarlos y eliminarlos del mismo, logrando reducción del consumo excesivo de materias primas, perdidas in justificadas de tiempo (tiempos muertos), re procesos por fallas en la calidad de los recubrimientos, así como generar el pensamiento autocrítico del personal administrativo de la compañía y de los operarios del proceso, buscando día a día la mejora continua para poder mantener y aumentar la productividad de la compañía garantizando que los empleados nuevos pueden capacitarse más fácilmente, así como un manejo más eficiente del inventario de productos y consumibles que intervienen en el proceso.

Durante esta actividad, la compañía MSGC SAS realizo las mejoras al proceso mediante la estandarización y pudo evidenciar mediante los indicadores KPI, las cifras reales de la eficacia de mantener el proceso de la forma como se abordó ya que aumentó el número de personal administrativo y operativo capacitado en esta disciplina de la industria Oil and Gas; el aumento en su producción día en M2 paso del 72,3% en el mejor de los casos al 117,4% lo que representa un 45,1% de mejora en el proceso; también logro reducir los sobrecostos por desperdicio de materias primas, sobre todo en los recubrimientos, debido a que se suministraron recipientes con

medidas para realizar la mezcla exacta indicada por el fabricante, evitando excesos de componentes y mayores tiempos de curado de la pintura aplicada.

Las diferentes herramientas implementadas (5´s y ciclo PHVA) permiten que el proceso pueda ser ejecutado de tal forma que estos elementos generan un valor agregado al producto, con el cual se generan reducciones de costos y/o aumento en las ganancias de la compañía, así como evitar posibles accidentes o enfermedades laborales, pues el proceso es más limpio, eficiente y fácil de implementar.

Recomendaciones

La compañía MSGC SAS deben implementar este tipo de metodologías las cuales buscan dar valor agregado y disminuir costos de producción de los diferentes bienes y servicios.

Promover la polivalencia en cuanto a las habilidades de los empleados para reducir las paradas no programadas de las líneas de producción y transponer ese valor a los productos fabricados.

Concientizar al personal de seguir estas indicaciones, ya que estas están basadas en estudios previos y sustentadas por indicadores y tomas de datos que al ser analizados generan valor agregado a los bienes y servicios.

Ratificar el tipo, cantidades y calidad de los materiales, consumibles y equipos que intervengan durante el proceso, para poder realizar un control sobre estos y poder cuantificar la inversión realizada, descartando en un futuro que los posibles sobrecostos se den por fallas en la cadena de suministro.

Referencias Bibliográficas

- Association for Materials Protection and Performance (AMPP), (2006). SSPC-PA 2-2022 - Procedure for Determining Conformance to Dry Coating Thickness Requirements. Recuperado de <file:///D:/Downloads/SSPC-PA%202022%20Procedure%20for%20Determining%20Conforman.pdf>.
- ASTM International (2023). Métodos de prueba estándar para evaluar la adherencia mediante prueba de cinta– ASTM D3359 – 23. Recuperado de <https://store.astm.org/d3359-23.html>
- ASTM International (2022). Método de prueba estándar para la resistencia al desprendimiento de recubrimientos utilizando comprobadores de adhesión portátiles– ASTM D D4541 – 22. Recuperado de <https://store.astm.org/d4541-22.html>
- Bonmatí, V. Lorenzo Valla (e. 1407-1457) en el Apólogo contra Poggio Bracciolini (1380-1459).
- Carbonell, J. C. (2011). Pinturas y recubrimientos.: Introducción a su tecnología. Ediciones Díaz de Santos.
- Copyright ASTM International (2017). Standard Test Methods for Rating Adhesion by Tape Test1 – ASTM D3359 – 17. Provided by IHS under license with ASTM. recuperado de <file:///D:/Downloads/ASTM-D3359-2017.pdf>
- CYM Materiales [Norma SSPC] (2015). Preparación de superficies. Recuperado de <https://cym.com.ar/intranet/Preparacion-de-superficies-norma-SSPC-granallado-cymateriales-shotblasting.pdf>
- Gallardo Navarro, L. C. (2014). Diseño de parámetros para la implementación de un centro de entrenamiento para recubrimientos electrostáticos en polvo (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).

IMPERPOL, (2020). Recubrimientos para tuberías y conductos. Recuperado de

<https://imperpol.com/recubrimientos-y-tratamientos-para-tuberias-y-conductos/>

Implementación de la Metodología 5S en el sector de Pintura Industrial, Recuperado de pagina

<https://www.formacion5s.es/implementacion-de-la-metodologia-5s-en-la-pintura-industrial/>

ISO 8501-1 (2007). Preparación de sustratos de acero antes de la aplicación de pinturas y productos relacionados: evaluación visual de la limpieza de la superficie. Recuperado de

<https://www.iso.org/standard/43426.html>

Julve, E. (2009). La historia de la galvanotecnia y técnicas afines. Anales de Química de la RSEQ, 105(3), 227-227.

Luigi v. brugnatelli, El pionero de la electroquímica y la revolución de la galvanoplastia.

Recuperado de <https://www.rmixon.com/noticias/luigi-v-brugnatelli-el-pionero-de-la-electroquimica-y-la-revolucion-de-la-galvanoplastia-es/>

Nace Internacional, (2006). Standard Practice NACE SP0188-2006. Recuperado de

<file:///D:/Downloads/NACE%20SP0188-2006.pdf>

NTC-ISO, N. T. (2009). COLOMBIANA 3951. Recuperado de

<file:///D:/Downloads/NTC%20%203951%20VARIABLES%20DE%20EVALUACION%20EN%20CAMPO.pdf>

Romero Dayana, La magia de la mejora. Recuperado de <https://webdayanaromero.com/ciclo-phva-de-mejora-continua/>

Sánchez Mercado, I. Á. (2015). Preparación de superficie del acero para mantenimiento en la aplicación de recubrimientos.

SIKA (2015). Manual de Recubrimientos de metal. Recuperado de

[https://col.sika.com/dms/getdocument.get/ed08f680-27a5-357c-8265-](https://col.sika.com/dms/getdocument.get/ed08f680-27a5-357c-8265-06bdc49302d7/Manual%20Recubrimientos%202012.pdf)

[06bdc49302d7/Manual%20Recubrimientos%202012.pdf](https://col.sika.com/dms/getdocument.get/ed08f680-27a5-357c-8265-06bdc49302d7/Manual%20Recubrimientos%202012.pdf)

Sociedad de la de los recubrimientos protectores-SSPC. (2012). Procedimiento para determinar

la conformidad de los requisitos del espesor de recubrimiento seco - aplicación de

recubrimientos standard N° 2. Recuperado de [file:///D:/Downloads/sspc-pa-2-](file:///D:/Downloads/sspc-pa-2-actualizada-traduccion-rd-1-4-pdf-free.pdf)

[actualizada-traduccion-rd-1-4-pdf-free.pdf](file:///D:/Downloads/sspc-pa-2-actualizada-traduccion-rd-1-4-pdf-free.pdf)

Apéndices

Apéndice A

Encuesta de conocimiento del proceso personal MSGC


ENTREVISTA A PERSONAL COMPAÑÍAS MSGC SAS (CONOCIMIENTO)

NOMBRE	PROFESION	CARGO	EXPERIENCIA EN SANDBLASTING Y PINTURA	CERTIFICACION ASCORR U OTRA	FIRMA
Wilson Galvis	Ing Mecanico	Gerente	10 años (empirico)	Charlas/Cursos	<i>Wilson Galvis</i>
Julietta Sandoval	Ing Industrial	Ing Proyectos	5 años (empirico)	Charlas/Cursos	<i>Julietta Sandoval</i>
Katiusca Reyes	Ing Industrial	QA-QC	5 años (empirico)	Charlas/Cursos	<i>Katiusca Reyes</i>
Cesar Patiño	Sandblastero/Pintor	Sandblastero/Pintor	15 años	Asscor (vigente)	<i>Cesar Patiño</i>
Juan Carlos Cardenas	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	8 años (empirico)	Ninguna	<i>Juan Carlos Cardenas</i>
David Hernandez	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	11 años (empirico)	Ninguna	<i>David Hernandez</i>
Helmer Bacca	Supervisor mecanico	Supervisor mecanico	18 años (empirico)	Ninguna	<i>Helmer Bacca</i>
Felipe Herrera	Ayudante de Pintura	Ayudante de Pintura	3 años (empirico)	Ninguna	<i>Felipe Herrera</i>
Ferney Beltran	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	9 años (empirico)	Ninguna	<i>Ferney Beltran</i>
Angel Isaias Reyes	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	5 años (empirico)	Ninguna	<i>Angel Isaias Reyes</i>
Dumar Caro	Ayudante mecanico	Ayudante mecanico	2 años (empirico)	Ninguna	<i>Dumar Caro</i>

Fuente: Autoría Propia

Apéndice B


Seguimiento al proceso de sandblasting y pintura sin modificaciones

		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA			FOR-QC-002	
					VERSIÓN-02	
CONTRATO N°:		LÍNEA o ISOMETRICO No.			CLIENTE:	FECHA DE EMISIÓN
16.03.25. 7:25 am.		GRADO DE LIMPIEZA		SSPC 5	PERFIL DE ANCLAJE: 1.5 @ 2.5 mils.	
TEMPERATURA AMBIENTE (°C): 29°C		TIPO DE ABRASIVO		Arena		
TEMPERATURA METAL (°C): 33°C		EQUIPO UTILIZADO				
HUMEDAD RELATIVA (%): 46%		RUGOSMETRO		Accud	N/S: 802533	
PUNTO DE ROCÍO (°C): 13°C		EQUIPO UTILIZADO (TERMOMIGROMETRO):		Positecator	N/S: 110410938	
		EQUIPO UTILIZADO (TERMOMETRO DE CHAPA O INFRAROJO):		Unit-T	N/S: 54317.	
OBSERVACIONES:						
APLICACIÓN DE PINTURA						
PRIMER		BARRERA		ACABADO		
FECHA HORA APLICACIÓN:	16.03.25. 9:45 am.			DELTA DE TEMPERATURA (°C)	27°C	-
TIPO/MARCA	Sika.			FECHA HORA: MSP. ESPESORES	16.03.25. 2:15 pm.	-
No LOTE	210954890			ESPEOR MINMO (MILS)	9.0	-
METODO DE APLICACIÓN	Airless			ESPEOR MAXMO (MILS)	11.0	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	29°C			ESPEOR PROMEDIO (MILS)	10.0	-
TEMPERATURA METAL (°C):	33°C			EQUIPO UTILIZADO (ESPESORES):	Positecator	1310415.
HUMEDAD RELATIVA (%):	46%			EQUIPO UTILIZADO (TERMIGR):	Positecator.	110450938.
PUNTO DE ROCÍO (°C):	13°C			EQUIPO UTILIZADO (TER. INFRAROJO):	Unit-T.	54317.
PRUEBAS DE ADHERENCIA						
TOMA N°	1	2	3	4	PROMEDIO	
RESULTADO:						
UBICACIÓN:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
OBSERVACIONES: Tenemos un promedio de 3 m ² de sandblasting y pintura x hora este rendimiento se vio afectado por varios factores.						
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE PINTURA:						
TRAMO:						
INSPECCIÓN VISUAL:						
DIAMETRO:		TIPO DE REVESTIMIENTO:		TENSIÓN APLICADA		
APLICACIÓN DE PINTURA DE REPARACIÓN:						
RESULTADOS:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
ELABORO		REVISO		APROBO		
Empresa:	MSGC S.A.S		MSGC S.A.S		Estudiante Unad	
Firma:	Katherine Peper.		Katherine Peper.		AS	
Nombre:	Katherine Peper.		Katherine Peper.		Alexander O. Hamiter.	
CARGO:	QA-QC		QA-QC		Est. Ing Industrial	

Fuente: Autoría Propia

Apéndice C

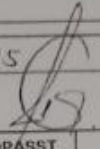
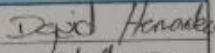
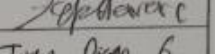
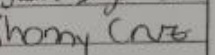
Seguimiento al proceso de sandblasting y pintura incluyendo sugerencias

		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA			FOR-QC-002	
					VERSIÓN-02	
CONTRATO N°:		LÍNEA o ISOMETRICO No.			CLIENTE:	FECHA DE EMISIÓN
		PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE			15/04/2024	
FECHA/HORA:	18.03.25. 8:00 am.	GRADO DE LIMPIEZA	SSPC 5	PERFIL DE ANCLAJE:	1.5@2.5 mils	
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	30°C	TIPO DE ABRASIVO	Arena.			
TEMPERATURA METAL (°C):	35°C	EQUIPO UTILIZADO				
HUMEDAD RELATIVA (%):	52%	RUGOSIMETRO	Accud.	N°:	802533	
PUNTO DE ROCÍO (°C):	12°C	EQUIPO UTILIZADO (TERMOMETRO DE CHAPA O INFRARROJO):	Positector	N°:	110410938	
			Unit-T	N°:	54317	
OBSERVACIONES: Esta medición se realizó luego de divulgar un POE para la actividad y se siguieron las recomendaciones dadas a MSGC.						
APLICACIÓN DE PINTURA						
PRIMER		BARRERA		ACABADO		
FECHA/HORA APLICACIÓN:	18.03.25 10:15 am			DELTA DE TEMPERATURA (°C)	29°C	-
TIPO/MARCA	2KA			FECHA/HORA: MSP. ESPESORES	18.03.25 3:35 pm	-
No LOTE	21095480			ESPELOR MINIMO (MILS)	9.0	-
METODO DE APLICACIÓN	Airless			ESPELOR MAXIMO (MILS)	9.5	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	30°C			ESPELOR PROMEDIO (MILS)	9.0	-
TEMPERATURA METAL (°C):	35°C			EQUIPO UTILIZADO (ESPESORES):	Positector.	131045.
HUMEDAD RELATIVA (%):	52%			EQUIPO UTILIZADO (TERMIGR):	Positector.	110410938
PUNTO DE ROCÍO (°C):	12°C			EQUIPO UTILIZADO (TER. INFRARROJO):	Unit-T.	54317.
PRUEBAS DE ADHERENCIA						
TOMA N°	1	2	3	4	PROMEDIO	
RESULTADO:						
UBICACIÓN:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
OBSERVACIONES: Se obtiene un promedio de 5.2 m ² de sandblasting y pintura por hora. Se evidencia que siguiendo las recomendaciones incremento en un 73% la PRUEBA DE CONTINUIDAD DE PINTURA: productiva d.c.						
TRAMO:						
INSPECCIÓN VISUAL:						
DIAMETRO:		TIPO DE REVESTIMIENTO:		TENSIÓN APLICADA		
APLICACIÓN DE PINTURA DE REPARACIÓN:						
RESULTADOS:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
ELABORO		REVISO		APROBA		
Empresa:	MSGC S.A.S		MSGC S.A.S		Estudiante Onad.	
Firma:	Kortusca Pavez.		Kortusca Pavez.		18	
Nombre:	Kortusca Pavez.		Kortusca Pavez.		Alexander Ollamier	
CARGO:	QA-QC		QA-QC		Est. Ing Industrial.	

Fuente: Autoría Propia

Apéndice D

Asistencia a la divulgación del procedimiento estandarizado

MSGC					REGISTRO DE ASISTENCIA		FOR-HSE-001
							VERSION 06
							FECHA REVISIÓN
							12/9/2022
LUGAR: Bodega Base Yopal				FECHA: 17-03-2025	DURACIÓN: 35 min.		
EXPOSITOR: Alexander Cillomitar.				FIRMA: 			
REUNIÓN	GERENCIAL	CALIDAD	TALENTO HUMANO	COPASST			
	HSE	ADMINISTRACIÓN	ALMACEN	OTRO			
ACTIVIDAD	INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> CHARLA	PROYECTO: Implementación y			
	REINDUCCIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	Standardización Proceso Pinturo			
TEMA: Divulgación Procedimiento Sandblasting de Tubos y Aplicación Recubrimiento							
Nº	NOMBRE	CEDULA	EMPRESA	CARGO	CELULAR	FIRMA	
1	José David Hernández	9.433.940	MSGC SAS	Pintor	32032044		
2	Felipe Benner	1.006.556.797	MS6C	Ayudante	3125546298		
3	Juan Diego Galvis	1118573726	MS6C	Ayudante	3508437139	Juan Diego G.	
4	Thomy Cruz	1.118.548.184	MSGC SAS	Ayudante	32032044		
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
OBSERVACIONES:							

Fuente: Autoría Propia

Apéndice E

Asistencia a la divulgación y explicación de formatos

MSGC		REGISTRO DE ASISTENCIA				FOR-HSE-001
						VERSION 06
						FECHA REVISIÓN
						12/01/2022
LUGAR: <i>Bodega Rose Yapa</i>		FECHA: <i>29-03-2025</i>		DURACIÓN: <i>30 min</i>		
EXPOSITOR: <i>Alexandra Villanar</i>		FIRMA: <i>[Signature]</i>				
REUNIÓN	GERENCIAL	CALIDAD	TALENTO HUMANO	COPASST		
	HSE	ADMINISTRACIÓN	ALMACEN	OTRO		
ACTIVIDAD	INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> CHARLA	PROYECTO: <i>Implementación y</i>		
	REINDUCCIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	<i>Standardización Proceso Pintura</i>		
TEMA: <i>Divulgación y explicación formato Registro Variables Proc Sandblasting y Pintura</i>						
No	NOMBRE	CEDULA	EMPRESA	CARGO	CELULAR	FIRMA
1	<i>Juan Diego Galvis</i>	<i>1118573726</i>	<i>MSGC</i>	<i>Ayudante de</i>	<i>3500437139</i>	<i>Juan Diego G.</i>
2	<i>Thony Cruz</i>	<i>1118508184</i>	<i>MSGC SAS</i>	<i>Arroba</i>	<i>321521011</i>	<i>Thony Cruz</i>
3	<i>Felipe Herrera</i>	<i>1006556797</i>	<i>MSGC</i>	<i>Ayudante</i>	<i>3125540290</i>	<i>Felipe Herrera</i>
4	<i>Jose Paul Hernandez</i>	<i>9.433.940</i>	<i>MSGC SAS</i>	<i>Pintor</i>	<i>303201191</i>	<i>Jose Paul Hernandez</i>
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
OBSERVACIONES:						

Fuente: Autoría Propia

Apéndice F

Procedimiento aplicado por personal del área de influencia

MSGC		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA			FOR-QC-002	
					VERSIÓN-02	
					FECHA DE EMISIÓN	
					15/04/2024	
CONTRATO N°:	Mantenimiento TK 1602			CLIENTE:	Perenco.	
LÍNEA o ISOMETRICO No.	Interior TK 1602 LGN.					
PREPARACION DE LA SUPERFICIE						
FECHA/HORA:	16.04.25. 8:30 am.	GRADO DE LIMPIEZA	SSPC 5	PERFIL DE ANCLAJE:	1.5 @ 3.0 mils.	
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	31 °C.	TIPO DE ABRASIVO	Arena.			
TEMPERATURA METAL (°C):	38 °C.	EQUIPO UTILIZADO				
HUMEDAD RELATIVA (%):	47 %.	RUGOSIMETRO	Accud.	N/S:	802533.	
PUNTO DE ROCÍO (°C):	14 °C.	EQUIPO UTILIZADO (TERM/OMEGROMETRO):	Positector	N/S:	110410938.	
		EQUIPO UTILIZADO (TERMOMETRO DE CHAPA O INFRAROJOS):	Unit-T.	N/S:	54317.	
OBSERVACIONES:	foto medición se realiza solo con personal de área de influencia del proyecto, personal staff solo en cargos de coordinación y supervisor.					
APLICACIÓN DE PINTURA						
	PRIMER	BARRERA	ACABADO	PRIMER	BARRERA	ACABADO
FECHA/HORA APLICACIÓN:	16.04.25. 2:15 pm			DELTA DE TEMPERATURA (°C)	28 °C	-
TIPO/MARCA	AKA.			FECHA/HORA INSP. ESPESORES	16.04.25 4:10 pm	-
No LOTE	218431880			ESPESOR MINIMO (MILS)	18	-
METODO DE APLICACIÓN	Airless.			ESPESOR MAXIMO (MILS)	25	-
TEMPERATURA AMBIENTE (°C):	31 °C			ESPESOR PROMEDIO (MILS)	22.	-
TEMPERATURA METAL (°C):	38 °C			EQUIPO UTILIZADO (ESPESORES):	Positector.	131845.
HUMEDAD RELATIVA (%):	48 %.			EQUIPO UTILIZADO (TERMIGR):	Positector.	110410938.
PUNTO DE ROCÍO (°C):	11 °C			EQUIPO UTILIZADO (TEL. INFRAROJO):	Unit-T.	54317.
PRUEBAS DE ADHERENCIA						
TOMA N°	1	2	3	4	PROMEDIO	
RESULTADO:						
UBICACIÓN:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
OBSERVACIONES:	Antes de iniciar actividades se divulga POE, al finalizar el turno se evidencia que el rendimiento fue de 4.3 m ² x hora, baja en la productividad diaria					
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE PINTURA:						
TRAMO:						
INSPECCIÓN VISUAL:						
DIAMETRO:		TIPO DE REVESTIMIENTO:		TENSIÓN APLICADA		
APLICACIÓN DE PINTURA DE REPARACIÓN:						
RESULTADOS:						
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:
Empresa:	ELABORO MSGC S.A.S		REVISO MSGC S.A.S		APROBO Estudiante Onad.	
Firma:	Katusca Reyes		Katusca B.		A.S.	
Nombre:	Katusca Reyes.		Katusca B.		Alexander Ullamitor.	
CARGO:	QA-QC		QA-QC.		Est. Ing Industrial	

Fuente: Autoría Propia

Apéndice G

Indicadores de seguimiento antes de la estandarización

Indicador de Rendimiento/Capacitación /Consumo de materiales antes de estandarizar

Indicador 1 Capacitación de Personal

CAPACITACION DEL PERSONAL			$\frac{\text{Personal Certificado}}{\text{Total del Personal}} \times 100$	
Area	Certificado	NO Certificado	Objetivo	Real
Operativo	1	7	100%	12,5%
Administrativo	0	3	100%	0,0%

Indicador 2 Rendimiento Diario de Personal

RENDIMIENTO DIARIO DEL PERSONAL			$\frac{\text{Total M2 x Dia}}{\text{Objetivo M2 dia}}$	
Mes	M2 x Hora	Horas efectivas Diarias	Objetivo M2 Diario	Porcentaje de cumplimiento
feb-25	2,9	7	31	65,5%
mar-25	3	7	31	67,7%
abr-25	3,2	7	31	72,3%

Indicador 3 Consumo de Recubrimientos

Consumo de Recubrimientos			$100/\frac{\text{M2 segun fabricante}}{\text{M2 actualmente}} - 100\%$	
TIPO DE RECUBRIMIENTO	M2 x galon (según fabricante)	M2 x galon actualmente	Objetivo M2 sin desperdicio	Porcentaje de Desperdicio
Sika serie 100	9,52	4,95	9,52	48%
Sika serie 36	21	14,71	21	30%

Fuente: Autoría Propia

Apéndice H

Indicadores de seguimiento posterior a la estandarización

Indicador de Rendimiento/Capacitacion /Consumo de materiales posterior a la estandarizacion

Indicador 1 Capacitacion de Personal

CAPACITACION DEL PERSONAL			$\frac{\text{Personal Certificado}}{\text{Total del Personal}} \times 100$	
Area	Certificado	NO Certificado	Objetivo	Real
Operativo	4	5	100%	44,4%
Administrativo	2	1	100%	66,7%

Indicador 2 Rendimiento Diario de Personal

RENDIMIENTO DIARIO DEL PERSONAL			$\frac{\text{Total M2 x Dia}}{\text{Objetivo M2 dia}}$	
Mes	M2 x Hora	Horas efectivas Diarias	Objetivo M2 Diario	Porcentaje de cumplimiento
may-25	5,2	7	31	117,4%


Indicador 3 Consumo de Recubrimientos

Consumo de Recubrimientos			$100/\frac{\text{M2 Actualmente}}{\text{M2 segun fabricante}} - 100\%$	
TIPO DE RECUBRIMIENTO	M2 x galon (según fabricante)	M2 x galon actualmente	Objetivo M2 sin desperdicio	Porcentaje de Desperdicio
Sika serie 100	9,52	8	9,52	19,00%
Sika serie 36	21	18	21	16,67%


Fuente: Autoría Propia

Anexos

Formato I: FOR-QC-002 Preparación de superficies y aplicación de pintura

		PREPARACIÓN DE SUPERFICIES Y APLICACIÓN DE PINTURA				FOR-QC-002					
						VERSIÓN-01					
						FECHA DE EMISIÓN 15/04/2023					
CONTRATO N°:											
LÍNEA o ISOMETRICO No.						CLIENTE:					
PREPARACION DE LA SUPERFICIE											
FECHA/HORA:		GRADO DE LIMPIEZA		PERFIL DE ANCLAJE :							
TEMPERATURA AMBIENTE (°C) :		TIPO DE ABRASIVO									
TEMPERATURA METAL (°C):		EQUIPO UTILIZADO									
HUMEDAD RELATIVA (%) :		RUGOSIMETRO		NS:							
PUNTO DE ROCIO (°C) :		EQUIPO UTILIZADO(TERM OHIGROMETRO):		NS:							
		EQUIPO UTILIZADO(TERMOMETRO DE CHAPA O INFRAROJO):		NS:							
OBSERVACIONES:											
APLICACIÓN DE PINTURA											
		PRIMER	BARRERA	ACABADO			PRIMER	BARRERA	ACABADO		
FECHA/HORA APLICACIÓN :				DELTA DE TEMPERATURA (°C)		-		-			
TIPO/MARCA				FECHA/HORA: INSP. ESPESORES		-		-			
No LOTE				ESPESOR MINIMO (MILS)		-		-			
METODO DE APLICACIÓN				ESPESOR MAXIMO [MILS]		-		-			
TEMPERATURA AMBIENTE (°C) :				ESPESOR PROMEDIO [MILS]		-		-			
TEMPERATURA METAL (°C):				EQUIPO UTILIZADO(ESPESORES):				S/N:			
HUMEDAD RELATIVA (%) :				EQUIPO UTILIZADO(TERM HGR)				S/N:			
PUNTO DE ROCIO (°C) :				EQUIPO UTILIZADO (TER. INFRAROJO):		-		-			
PRUEBAS DE ADHERENCIA											
TOMA N°		1		2		3		4		PROMEDIO	
RESULTADO:											
UBICACIÓN:											
EQUIPO UTILIZADO:		MARCA:		SERIE:		FECHA ENSAYO:					
OBSERVACIONES:											
PRUEBA DE CONTINUIDAD DE PINTURA:											
TRAMO:		-									
INSPECCIÓN VISUAL:		-									
DIAMETRO:		-		TIPO DE REVESTIMIENTO:		-		TENSIÓN APLICADA		-	
APLICACIÓN DE PINTURA DE REPARACIÓN:		-									
RESULTADOS:		-									
EQUIPO UTILIZADO:		-		MARCA:		-		SERIE:		-	
								FECHA ENSAYO:		-	
ELABORO			REVISO			APROBO					
Empresa:		MSGC S.A.S			MSGC S.A.S						
Firma:											
Nombre:											
CARGO:											

Formato 3: FOR-PRY-083 Inspección Preoperacional Airless

		INSPECCIÓN PREOPERACIONAL EQUIPO AIRLESS														FOR-PRY-083	
																VERSION - 01	
		FECHA DE REVISIÓN															
		26/03/2023															
PROYECTO: _____																	
MARCA: _____ EQUIPO N°: _____																	
SEMANA DEL _____ AL _____ MES _____ AÑO _____																	
N°	ÍTEM	DIA 1		DIA 2		DIA 3		DIA 4		DIA 5		DIA 6		DIA 7			
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M		
1	ESTADO DE ORING (EMPAQUES)																
2	DESGASTE Y ENCAJE DE MANGUERA																
3	ESTADO GENERAL TUBO DE SUCCIÓN																
4	ESTADO DE MANGUERA DE SUCCIÓN																
5	ESTADO DE MANGUERA IMPULSORA																
6	ESTADO ABRAZADERAS																
7	FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA																
8	NIVEL ACEITE Y ESTADO DE LUBRICADOR																
9	DESGASTE Y LIMPIEZA DE PISTOLA																
10	ACCIONAMIENTO GATILLO DE PISTOLA																
11	ESTADO FILTRO DE PISTOLA																
12	ESTADO FILTRO BOMBEO DE PINTURA																
13	LIMPIEZA DE FILTRO DE ENTRADA																
14	LIMPIEZA DE BOQUILLA																
15	PRESENCIA DE FUGAS																
16	ESTADO ESTRUCTURA Y LIMPIEZA GENERAL																
17	RECUBRIMIENTO CON VINIPELL																
		FUERA DE SERVICIO															
		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
FIRMA DIARIA DEL OPERADOR																	
V.º B.º SUPERVISOR OBRA																	
V.B SUPERVISOR HSE																	
OBSERVACIONES: _____																	
NOTA IMPORTANTE: La inspeccion preoperacional debe realizarla UNICAMENTE el OPERADOR del equipo. (En caso de necesitar ayuda adicional debe informarle al SUPERVISOR DE OBRA quien tomara la decision más segura.)																	

