

**ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y LA CONFIABILIDAD DEL
ACTUAL PROCESO DE SANDBLASTING EN ASTIVIK S.A.**

ALBERT DE JESUS AMAYA RODRIGEZ

CRISTHIAN DAVID MAR GONZALEZ

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD

CARTAGENA D.T.C

2012

**ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y LA CONFIABILIDAD DEL
ACTUAL PROCESO DE SANDBLASTING EN ASTIVIK S.A.**

ALBERT DE JESUS AMAYA RODRIGEZ

CRISTHIAN DAVID MAR GONZALEZ

**Trabajo presentado como requisito para optar al título de Especialista en
gerencia de producción y calidad**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD

CARTAGENA D.T.C

2012

CONTENIDO

	Pag
1. OBJETIVOS	11
1.1 OBJETIVO GENERAL	11
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	13
2.1 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.....	13
2.2 GERENCIA DE PROCESOS	20
2.3 PROGRAMACION DE LA PRODUCCION.....	23
2.4 CONFIABILIDAD	24
2.5 RCA (Análisis de causa raíz).....	24
2.6 FMEA/FMECA (Análisis de modos de falla y efectos).....	25
2.7 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL	26
3. ASPECTOS GENERALES DE ASTIVIK.....	27
4. VALORACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLASTING	30
4.1 ANALISIS COMPARATIVO DEL MARGEN DE RENTABILIDAD Y RECLAMOS DEL PROCESO DE SANDBLASTING COMPARADO CON OTROS SERVICIOS.....	30
4.2 ENTREVISTAS.....	40
5. EVALUACION DE LOS COMPONENTES DEL PROCESO DE SANDBLASTING DENTRO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.....	63
5.1 INVENTARIO EQUIPOS Y ACCESORIOS.....	65
5.2 HALLAZGOS EN EL PROCESO	66
6. CONSOLIDACIÓN DE HALLAZGOS PROCESO DE SANDBLASTING EN INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.....	69
7. ANALISIS OEE (OVERALL EQUIPEMENT EFECTIVENESS)	70
8. ANALISIS DE WEIBULL	75
8.1 Compresor 750-1.....	83
8.2 Compresor 750-2.....	88
8.3 Compresor 1100.....	91
8.4 Compresor 1600.....	93
9. PROPUESTAS DE MEJORA	96

9.1 DESIGNAR RESPONSABLE DEL PROCESO	96
9.2 PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTANDAR (POE)	97
9.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLASTING EN INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.	108
9.4 PROGRAMACION DE TAREAS	110
9.5 PROGRAMA DE CONFIABILIDAD	116
10. RECÁLCULO OEE	118
11. CONCLUSIONES	122
12. RECOMENDACIONES	124
13. BIBLIOGRAFIA	125

INDICE DE TABLAS.

	Pag
Tabla 1. Margen de rentabilidad proyectos quinto bimestre 2010.....	31
Tabla 2. Margen de rentabilidad proyectos sexto bimestre 2010.....	32
Tabla 3. Margen de rentabilidad proyectos primer bimestre 2011	33
Tabla 4. Margen de rentabilidad proyectos segundo bimestre 2011.....	34
Tabla 5. Margen de rentabilidad proyectos tercer bimestre 2011	35
Tabla 6. Margen de rentabilidad proyectos septiembre de 2011	36
Tabla 7. Reclamo por servicios.....	38
Tabla 8. Índice de calidad	39
Tabla 9. Stakeholders Sandblasting	42
Tabla 10. Resultados formación stakeholders	47
Tabla 11. Percepción entrevistados recursos, rendimiento y calidad	48
Tabla 12. Promedio calificación recursos según tipo de vinculación	49
Tabla 13. Respuesta debilidad del proceso	50
Tabla 14. Asociación empleados Astivik Debilidad sandblasting.....	51
Tabla 15. Asociación contratistas Debilidad sandblasting	51
Tabla 16. Asociación clientes Debilidad sandblasting.....	52
Tabla 17. Asociación técnicos casas de pintura Debilidad sandblasting	52
Tabla 18. Respuesta fortaleza del proceso.....	53
Tabla 19. Asociación empleados Fortaleza sandblasting	54
Tabla 20. Asociación contratistas Fortaleza sandblasting	54
Tabla 21. Asociación clientes Fortaleza sandblasting.....	55
Tabla 22. Asociación Técnicos casa de pinturas Fortaleza sandblasting	55
Tabla 23. Respuesta consejo para mejorar el proceso.....	56
Tabla 24. Asociación empleados Consejo sandblasting	57
Tabla 25. Asociación contratistas Consejo sandblasting	57
Tabla 26. Asociación clientes Consejo sandblasting	58
Tabla 27. Asociación técnicos casa de pinturas Consejo sandblasting	58
Tabla 28. Respuesta observación adicional del proceso	59
Tabla 29. Asociación empleados observación adicional sandblasting.....	60
Tabla 30. Asociación contratistas observación adicional sandblasting	60
Tabla 31. Asociación clientes observación adicional sandblasting	61
Tabla 32. Asociación técnicos casa de pinturas observación adicional sandblasting	61
Tabla 33. Hallazgos proceso de sandblasting	63
Tabla 34. Inventario de equipos Astivik S.A.....	65
Tabla 35. Fuente de los hallazgos	66

Tabla 36. Fuente de los hallazgos (continuación).....	67
Tabla 37. Capacidad instalada.....	70
Tabla 38. Eficiencia compresores	71
Tabla 39. Índice calidad	71
Tabla 40. Disponibilidad compresores	72
Tabla 41. Datos de falla compresor 750-1	76
Tabla 42. Datos de falla compresor 750-2	77
Tabla 43. Datos de falla compresor 1100	78
Tabla 44. Datos de falla compresor 1600	79
Tabla 45. Número de fallas compresores	80
Tabla 46. Frecuencia cantidad de fallas compresores	80
Tabla 47. Tiempo de fallas compresores	81
Tabla 48. Frecuencia tiempo de fallas compresores.....	82
Tabla 49. Cálculos Weibull compresor 750-1	83
Tabla 50. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-1.....	85
Tabla 51. MTBF y desviación estándar Weibull	87
Tabla 52. MTBF y desviación estándar compresor 750-1.....	88
Tabla 53. Cálculos Weibull compresor 750-2	88
Tabla 54. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-2.....	89
Tabla 55. MTBF y desviación estándar compresor 750-2.....	90
Tabla 56. Cálculos Weibull compresor 1100.....	91
Tabla 57. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 1100.....	92
Tabla 58. MTBF y desviación estándar compresor 1100.....	92
Tabla 59. Cálculos Weibull compresor 1600.....	93
Tabla 60. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 1600.....	94
Tabla 61. MTBF y desviación estándar compresor 1600.....	95
Tabla 62. Pasos procedimiento operacional estándar.	107
Tabla 63. Ponderación por posición.....	112
Tabla 64. Ponderación por tipo de cliente.....	113
Tabla 65. Ponderación sandblasting en embarcaciones Astivik S.A.....	114
Tabla 66. Rendimiento según grado de limpieza	115
Tabla 67. Diagrama de gantt semanal	115

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pag
Gráfica 1. Equipos de sandblasting	19
Gráfica 2 Rentabilidad de proyectos sep. 2010-sep 2011	38
Gráfica 3 Reclamos por servicios	39
Gráfica 4. Formato entrevistas.....	44
Gráfica 5. Diagrama Ishikawa para proceso sandblasting de Astivik S.A.	69
Gráfica 6. Análisis de impacto económico de la confiabilidad.....	73
Gráfica 7. Pareto cantidad de fallas compresores	81
Gráfica 8. Pareto tiempos de fallas compresores	82
Gráfica 9. Datos Yi y Xi compresor 750-1	84
Gráfica 10. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-1.....	86
Gráfica 11. Datos Yi y Xi compresor 750-2	89
Gráfica 12. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-2	90
Gráfica 13. Datos Yi y Xi compresor 1100	91
Gráfica 14. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 1100.....	92
Gráfica 15. Datos Yi y Xi compresor 1600	93
Gráfica 16. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 1600.....	94
Gráfica 17. Caracterización del proceso de sandblasting de industrias Astivik S.A.	109
Gráfica 18. Análisis de impacto económico de confiabilidad	120

INTRODUCCIÓN

Dentro del plan regional de competitividad del departamento de Bolívar 2008-2032, uno de los vectores fundamentales es el sector de diseño, construcción y reparación de embarcaciones, esta actividad económica se encuentra en Cartagena mejor posicionada que en el resto del país.¹

La industria astillera en Colombia se divide en dos sectores que son, la industria pesada y la industria liviana, Industrias Astivik S.A está clasificada en la primeramente mencionada. La industria pesada se localiza en Cartagena de Indias y actualmente es dominada por Cotecmar (La Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la industria Naval, Marítima y Fluvial) e Industrias Astivik S.A.

Además de Cotecmar y Astivik S.A, en Cartagena esta Ferrocem-Alquimar S.A, Astilleros y talleres navales e industriales de Colombia S.A y Astiyuma, siendo Cotecmar y Astivik los de mayor relevancia, teniendo en cuenta el total de sus activos² y la capacidad de levante.

Industrias Astivik S.A fue fundada en 1972 con capital 100% privado, con el objeto de cubrir las necesidades de reparación y mantenimiento de todas las embarcaciones afiliadas o de propiedad de Vikingos de Colombia S. A., desde entonces presta sus servicios a través de outsourcing y actualmente cuenta con más de 50 empresas adscritas, estas con un promedio de 600 empleados. A través del mecanismo de outsourcing, Astivik desarrolla la prestación de todos sus servicios y es responsable por la ejecución y programación de estos. Astivik suministra maquinarias, materiales y coordina cada una de las actividades a realizar por las distintas empresas afiliadas, quienes suministran mano de obra calificada.

¹ Plan regional de competitividad Cartagena y Bolívar 2008-2032, Mayo de 2010, Pág. 36

² Base de datos registro mercantil cámara de comercio Cartagena 2010.

Actualmente Industrias Astivik S.A enfoca todos sus esfuerzos en brindar un servicio con calidad, excelentes tiempos de respuesta y precios competitivos, esta estrategia ha logrado un gran impacto generando una mayor participación en el mercado tanto a nivel nacional como internacional.

Dentro de los servicios que se ofrecen en el astillero se puede enumerar los siguientes:

- Cambio de acero: consiste básicamente en desmontar mediante proceso de oxicorte (propano y oxígeno) láminas de acero en mal estado e instalar y soldar nuevas.
- Sandblasting: Preparación y limpieza de superficie a través de chorros de arena a presión que impactan en la superficie metálica sacando la suciedad y creando un perfil de anclaje para la pintura que será aplicada con el fin de proteger la lámina.
- Pinturas: Aplicación de recubrimiento con pintura utilizando un equipo de pintura airless.
- Sistema de propulsión y gobierno: Se hace desmontaje, mantenimiento, cambio de partes y montaje a todos los sistemas relacionados con el movimiento de la embarcación.
- Limpieza y desgasificación.
- Trabajos varios: corresponde a todos los trabajos que pueden ser realizados en una embarcación y no son comunes, pueden ser trabajos menores, dentro de los que encontramos trabajos eléctricos, de carpintería, fibra de vidrio, tuberías, etc.

Actualmente Astivik S.A. presenta buenos estándares de productividad en los servicios mencionados en la pasada lista, esto comparado con los parámetros nacionales e internacionales, establecidos por Steel Structures Painting Council (SSPC), National Association of Corrosion Engineers (NACE) entre otras. Sin embargo según el seguimiento hecho a la calidad de la prestación del servicio

mediante la evaluación de este por parte del cliente y percepciones internas el sandblasting es el que presenta más retrasos, costos elevados, reclamos de garantía y bajos rendimientos, aspectos que al final se refleja en menor margen de rentabilidad del servicio y retrasos en el proyecto.

Por lo anteriormente expuesto se realizó el siguiente estudio, teniendo en cuenta la experiencia y las herramientas de análisis de procesos vistas en la especialización en gerencia de producción y calidad, esto permitió emitir conclusiones y recomendaciones que probablemente aumentarán los niveles de calidad y productividad, de esta forma el astillero será más competitivo e incrementará los ingresos de la compañía.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la situación actual del proceso de sandblasting en Astivik S.A. mediante la utilización de herramientas de productividad, confiabilidad y calidad con la finalidad de formular propuestas de mejora.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el proceso sandblasting de Industrias Astivik S.A., entrevistando a los dueños de los procesos con el fin de entender su funcionamiento desde todos los puntos de vista.
- Diseñar la caracterización del proceso de sandblasting dentro de Astivik S.A según lo establecido por la ISO 9001 versión 2008, para tener una mejor organización de este.
- Recolectar y organizar datos de capacidades y rendimientos del proceso de sandblasting de industrias Astivik S.A, a través de tablas que permitan conocer el proceso.
- Identificar las posibles fallas del proceso de sandblasting de Industrias Astivik S.A, mediante la utilización de herramientas como el análisis de causa raíz (RCA) y confiabilidad entre otros, para formular opciones de mejora.
- Realizar estudios de probabilidad de optimización del proceso de sandblasting mediante el uso de herramientas de la confiabilidad como análisis de modos de falla y efectos (FMEA/FMCA), procedimientos operacionales estándar y programación de la producción que permitan mejorar el proceso de sandblasting.

- Proponer las alternativas de mejora más factibles para el proceso de sandblasting de industrias Astivik S.A, presentando un informe de las acciones que deben tomarse para mejorar el proceso.

2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

A continuación se describen los principales conceptos que explican el proceso de sandblasting empleado en la preparación de superficies metálicas.

2.1 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

La preparación de superficies metálicas mediante técnicas de impacto tiene como finalidad además de dar el grado de limpieza requerido por el metal, crearle un buen perfil de anclaje para que las capas de pintura que van a servir como protección de la superficie tengan las características necesarias para un excelente agarre, de esta forma se obtiene una mejor protección contra la corrosión alargando la vida útil del metal.

DEFINICION

SANDBLASTING³: El sandblasting o arenado es una técnica de tratamiento de limpieza superficial por impacto, con el cual se puede lograr un acabado superficial y simultáneamente una correcta terminación superficial.

Consiste en la proyección de partículas abrasivas (arena) a gran velocidad (65 - 110 m/s) que, al impactar con la pieza tratada, produce la eliminación de los contaminantes de la superficie.

En líneas generales, es utilizado para:

- Limpieza de piezas de fundición ferrosas y no ferrosas, piezas forjadas, etc.
- Decapado mecánico de alambres, barras, chapas, etc.

³ Introducción general al granallado, Blasting S.A, información técnica.

- ShotPeening (aumenta la resistencia a la fatiga de resortes, elásticos, engranajes, etc.),
- Limpieza y preparación de superficies donde serán aplicados revestimientos posteriores anticorrosivos (pintura, cauchos, recubrimientos electrolíticos o mecánicos, etc.)

Para el caso de Astivik se utiliza en limpieza y preparación de superficies de tal manera que se garantice la aplicación de un esquema de pintura tanto en embarcaciones nuevas como en las que se encuentran en mantenimiento y reparación.

METODOS DE PREPARACION

Actualmente la información sobre procedimientos y métodos de sandblasting está estandarizada por varias asociaciones internacionales, entre las más importantes encontramos; NACE (National Association of Corrosion Engineers), SSPC (The Society for Protective Coatings) e ISO (International Organization for Standardization). Estos estándares establecen los procedimientos abrasivos, métodos de limpieza previa y durante la operación, inspección y requerimientos ambientales y de seguridad industrial necesarios para la correcta aplicación del sandblasting además definen los perfiles de la superficie según el grado de limpieza que se desee alcanzar.

A continuación se describen los métodos de limpieza más importantes:

- *SSPC-SP-1-Limpieza con solvente:*

Es llamada limpieza con solvente, sin embargo está basado en la utilización de productos tales como: vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos. Mediante este método son removidos la

mayoría de los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador. La solución limpiadora es aplicada suavemente o mediante equipo de presión, seguido de un lavado con agua natural y secado con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco.

- *SSPC-SP-2-Limpieza Manual:*

Este método utiliza herramientas manuales, no eléctricas, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes que puedan ser removidos con el solo esfuerzo humano.

A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones. Los bordes de pintura envejecida deben ser desvanecidos para mejorar la apariencia del repintado que se haga posterior a la limpieza.

- *SSPC-SP-3-Limpieza Mecánica:*

La limpieza mecánica es un método que utiliza herramienta eléctrica o neumática, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldadura, oxidación, pintura envejecida y otros incrustantes que pueden ser removidos con estas herramientas. A través de este método generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones.

Los bordes de pintura envejecida, deben ser desvanecidos, para mejorar la apariencia del repintado que se haga posterior a la limpieza.

- *SSPC-SP-4-Limpieza con flama:*

Este método consiste en pasar sobre las superficies metálicas altas temperaturas a alta velocidad.

Generalmente se usa flama de acetileno. Una vez aplicada la flama a la superficie, esta debe limpiarse con cepillo de alambre para eliminar la escama floja y el óxido. La pintura primaria deberá aplicarse antes de que la superficie esté completamente fría.

- *SSPC-SP-5 NACE-1-Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Metal Blanco:*

Este tipo de limpieza utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. Una superficie tratada con este método presenta un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso, que proporciona un excelente anclaje a los recubrimientos. La pintura primaria debe ser aplicada antes de que el medio ambiente ataque a la superficie preparada.

- *SSPC-SP-6 NACE-3-Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Comercial:*

Procedimiento para preparar superficies metálicas mediante abrasivos a presión, a través del cual es eliminado todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños. Es permitido que pintura en buen estado e incrustaciones permanezcan adheridas aún después de la preparación de la superficie siempre y cuando estas no rebasen la tercera parte de cada superficie.

- *SSPC-SP-7 NACE-4-Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Ráfaga:*

Este tipo de limpieza, utiliza algún abrasivo a presión para preparar superficies metálicas que tengan una cantidad mínima de escoria, pintura, oxidación y otros contaminantes, se conoce generalmente como 'Ráfaga' y consiste en una limpieza muy superficial que permite que algunas incrustantes y pintura no sean eliminadas del sustrato.

- *SSPC-SP-8-Limpieza Química:*

Método para limpieza de metales mediante reacción química, electrólisis o por medio de ambos. A través de una reacción química con algún producto específico, superficies metálicas son liberadas de escamas, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío.

- *SSPC-SP-9-Limpieza por agentes atmosféricos:*

Consiste en la remoción de pintura, escamas de laminación u óxido, por medio de la acción de agentes atmosféricos, seguido de alguno de los métodos de limpieza mencionados anteriormente.

La alteración debida a agentes atmosféricos usualmente no constituye un método efectivo en la preparación de superficies, por lo que debe ir siempre acompañado de alguno de los métodos sugeridos en este documento, ya sea con herramientas mecánicas o mediante la aplicación de chorro de abrasivo.

- *SSPC-SP-10 NACE-2-Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Cercano a Blanco:*

Método para preparar superficies metálicas mediante abrasivos a presión, a través del cual es removido todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños.

La superficie debe tener un color gris claro y deben eliminarse sombras de oxidación visibles en un 95%. De hecho la diferencia entre una limpieza con chorro de arena grado metal blanco y metal cercano al blanco, radica en el tiempo empleado para pintar ya que el metal es atacado por el medio ambiente y pasa a ser grado cercano al blanco en poco tiempo.

APLICACIÓN

El sandblasting es una técnica de preparación de superficies metálicas que se utiliza en las diferentes industrias desde el desgaste localizado de prendas (jeans) hasta la aeronáutica.

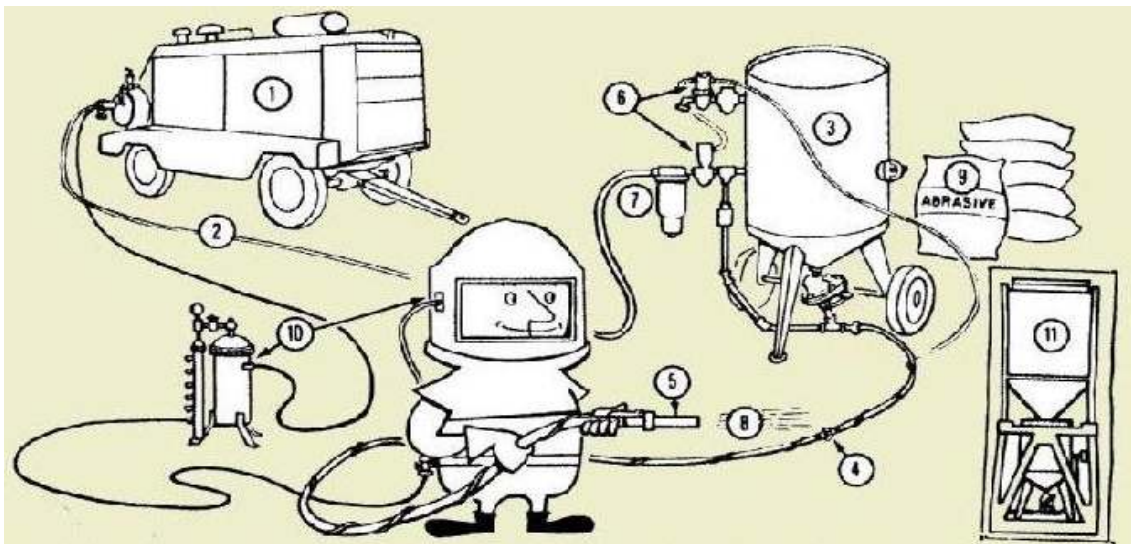
Algunas de las industrias donde se utiliza el sandblasting son:

- Industria naval (astilleros)
- Industria automotriz
- Agroindustria
- Metalúrgica
- Petroquímica
- Siderúrgica
- Aviación
- Construcción
- Denim jeans

EQUIPOS

El sistema de sandblasting está conformado por los siguientes elementos:

- Compresores de aire
- Tolvas
- Mangueras de aire
- Mangueras de arena
- Otros



1. Compresor para un adecuado y eficiente suministro de aire;
2. Manguera de aire, Válvulas y Acoplamiento de medida adecuada;
3. Máquina de Sandblast portátil, de alta producción;
4. El tamaño correcto de Manguera Antiestática para Abrasivo equipada con Conexiones Rápidas de acoplamiento exteriores;
5. Boquilla tipo Vénturi de Alta Producción;
6. Control Remoto neumático con Válvulas de Seguridad;
7. Un eficaz Separador de Aceite y Humedad;
8. Alta Presión de aire en la Boquilla;
9. Abrasivo apropiado para Sandblasting;
10. Una Casco Escafandra seguro con alimentador y purificador de aire;
11. (Opcional) Tolva de almacenamiento de abrasivos a granel más recipiente de Sandblast equipado con Válvulas de Control Remoto.

Gráfica 1. Equipos de sandblasting

2.2 GERENCIA DE PROCESOS

PROCESO: Conjunto de actividades o tareas bien sea secuenciales o paralelas que interactúan entre sí, que ejecuta un productor sobre un insumo agregándole valor y obteniendo como resultado un producto o servicio, para un cliente interno o externo. Los componentes de un proceso son las entradas, las salidas, los recursos, proveedores, clientes y los controles.

COMPONENTES DE UN PROCESO

Los componentes de un proceso son:

- Proveedores: persona que abastece a otra de lo necesario o conveniente para lograr un fin determinado.
- Entradas: son los recursos o insumos necesarios que deben transformarse para formar parte del producto final.
- Salidas: son los productos o resultados del proceso de transformación de las entradas.
- Cliente: persona que recibe el resultado de un proceso.
- Procedimiento: forma especificada de llevar a cabo una actividad o proceso.
- Procedimiento operacional estándar: son una herramienta de estandarización que busca minimizar la variación en las tareas críticas que pueden afectar la calidad de un proceso.
- Estándar: Compromiso documentado, utilizado en común y repetidas veces por las personas relacionadas con una determinada función
- Sistema de estandarización: Conjunto de actividades sistemáticas para establecer, utilizar y evaluar estándares en cuanto a cumplimiento buscando garantizar la previsibilidad de los resultados.

CLASIFICACION DE LOS PROCESOS

Los procesos se clasifican en estratégicos, operativos y de apoyo.

- Procesos estratégicos: son los que definen y controlan las metas de la organización.
- Procesos operativos: son los que generan los productos o servicios que se entregan a los clientes.
- Procesos de apoyo: también llamados de soporte, son los que realizan tareas que no hacen parte directa del producto o servicio, pero abarcan actividades necesarias para el correcto funcionamiento de los procesos operativos. Los procesos están contenidos en macroprocesos, es decir un macroproceso está conformado por varios procesos, a su vez los procesos contienen actividades y estas a su vez tienen tareas.

CAPACIDAD DE PLANTA

Cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un período específico de tiempo. Velocidad máxima a la que el sistema puede realizar un trabajo.

- Capacidad de diseño: Es la estimada en el diseño de la instalación, la cual puede o no ser alcanzada. En el momento de la construcción de una planta, por ejemplo, se pacta un porcentaje mínimo de la capacidad de diseño con la cual debe quedar terminada.
- Capacidad efectiva: Es una reducción de la capacidad de diseño, esto debido a que ninguna máquina o persona puede trabajar continuamente sin presentar fallas o errores, por tanto se prevé situaciones como mantenimiento de máquinas, limpiezas, descansos, cambios de línea, y demás obstáculos temporales que afectan la capacidad.

- Rendimiento: Indica la cantidad de productos buenos obtenidos de un proceso de producción en comparación con la cantidad de materiales que entraron. Éste concepto incluye las pérdidas naturales, los desperdicios, los cuales son evitables porque son causados por derrames, pérdidas en muestras, residuos dejados durante el proceso en tuberías o tanques y por último las mermas que sí son inevitables, por ejemplo cuando se corta una masa extendida para hacer galletas.
- Capacidad ociosa: Se entiende por capacidad ociosa, aquella capacidad instalada de producción de una empresa que no se utiliza o que se subutiliza. Toda empresa para poder operar requiere de unas instalaciones que conforman su capacidad para producir. Lo ideal que se estas instalaciones sean aprovechadas un 100%, algo que no siempre sucede ya sea por falta de planeación o por situaciones ajenas al control de la empresa. La capacidad instalada no utilizada es lo que se conoce como capacidad ociosa.
- Capacidad real: Es la que realmente se utiliza, muestra la tasa real de producción en un intervalo de tiempo.
- OEE (OverallEquipmentEffectiveness o Eficiencia General de los Equipos): Es un indicador que nos permite conocer la eficiencia de los equipos teniendo en cuenta la disponibilidad, la eficiencia y la calidad de los productos. Este nos indica cuantos productos han sido fabricados con calidad, funcionando la maquina a su velocidad nominal y sin averías. Es decir el OEE tiene en cuenta los defectos en los productos, las fallas en las máquinas y los tiempos muertos.
- Disponibilidad: Es la probabilidad de que un ítem o sistema esté en un estado o capacidad de realizar una función requerida, en condiciones dadas en un instante y suponiendo que se disponen los medios exteriores para dicho fin. La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría

haber estado produciendo (Tiempo Planificado de Producción: TPO) es el tiempo total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan: Paradas Planificadas.

- Eficiencia / Rendimiento: Es una razón entre el resultado obtenido y los resultados que se podrían haber obtenido.
- Calidad: Grado en el que un conjunto de características inherentes de los productos o servicios cumple con los requisitos, esto permite que se puedan comparar cosas de la misma especie. Para efecto de la medición del OEE la calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas retrabajadas o desechadas.

2.3 PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

La elaboración del plan de producción es una de las tareas fundamentales en una organización. En esta se determina cuando se debe iniciar y terminar cada lote de producción, con que máquina y con qué operarios.

REGLAS DE PROGRAMACION

Estas reglas permiten definir las prioridades o secuencia óptima para procesar los distintos trabajos.

- 1.- FCFS o FIFO, primero en llegar, primero en servir (*first-come, first-servend*). Los trabajos se procesan en las secuencias en que entraron al taller.
- 2. - SPT, tiempo mínimo de procesamiento (*shortest processing time*). Los trabajos se ordenan en tiempos crecientes de procesamiento. Primero es el trabajo con el tiempo mínimo de procesamiento, en segundo lugar el trabajo con el siguiente tiempo más corto de procesamiento y así sucesivamente.

- **3.-EDD**, fecha mínima de entrega (earliest due date). Los trabajadores se ordenan de acuerdo con fechas de entregas crecientes. Primero es el trabajo con la fecha de entrega más próxima, a continuación el que tenga la siguiente fecha de entrega, y así sucesivamente.
- **4.- CR**, relación crítica (critical ratio). La programación por relación crítica requiere considerar al cociente del tiempo de procesamiento de un trabajo dividido entre el tiempo remanente hasta fecha de entrega, de tal manera que se programa al trabajo con la mayor relación crítica como el siguiente por procesar.

2.4 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que los equipos o los sistemas o los procesos o los trabajadores desarrollen satisfactoriamente la función requerida sin fallar, cuando son operados o dirigidos correctamente en un intervalo de tiempo bajo unas condiciones establecidas.

2.5 RCA (Análisis de causa raíz)

Son un conjunto de herramientas sistemáticas de mejora continua para la resolución de problemas dirigidas a identificar sus causas, es decir identificando las causas primarias y no los síntomas de tal forma que se minimice la repetición del problema.

Dentro de estas técnicas encontramos:

- Análisis de barreras.
- Inferencia Bayesiana.

- Análisis árbol factor causal.
- Análisis de cambios.
- Árbol de la realidad actual (teoría de las restricciones).
- Análisis de los modos de falla y efectos (FMECA).
- Análisis del árbol de fallas.
- Los 5 porqué.
- Diagrama de Ishikawa.
- Análisis de Pareto.
- Diagnóstico de problemas RPR (Rapid ProblemResolution, en IT)

2.6 FMEA/FMECA (Análisis de modos de falla y efectos)

Es un método inductivo, por medio del cual se identifican todas las formas de falla de la pieza o componente de un equipo y de los efectos potenciales de fallo sobre el sistema y determina los medios de detección para cada tipo de fallo. Es muy importante conocer que esta herramienta se utiliza cuando se quiere evitar una posible falla en el sistema y sus objetivos principales son:

- Identificar los *Modos de falla* que tiene más posibilidad de pérdida de una función.
- Identificar cual es la causa origen de cada falla.
- Asegurar que no se malgaste el tiempo y esfuerzo tratando de buscar síntomas en lugar de causas.

2.7 DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

La distribución Weibull es una de las distribuciones más usadas en la ingeniería de fiabilidad. Esto es una distribución versátil que puede tomar las características de otros tipos de distribuciones, basadas en valor del parámetro de forma.

Desde hace algunos años la distribución Weibull ha sobresalido dentro de la familia de distribuciones para análisis de fallas. Su aplicabilidad a diferentes situaciones de falla fue presentada por Weibull en 1951. Se utilizó para describir fallas en rodamientos (Lieblein y Zelen, 1956).

Aunque los test de duración de vida de componentes durante el periodo de vida útil se basan generalmente en el modelo exponencial, ya se ha indicado que la tasa de fallos de una componente puede no ser constante en el periodo bajo investigación. En algunas ocasiones el periodo de fallo inicial puede ser tan grande, que el uso más importante de la componente se presenta durante este periodo y en otras ocasiones el propósito principal de un test de duración de vida puede ser el de determinar el tiempo de los fallos por uso en lugar de el de fallo casuales. En tales casos, el modelo exponencial no se aplica en general y es necesario sustituirlo por una hipótesis más general que la de la constancia de la tasa de fallos. La distribución Weibull describe adecuadamente los tiempos de fallo de las componentes cuando su tasa de fallo aumenta o disminuye con el tiempo.

Considerando que la distribución exponencial está limitada debido a que hace la suposición de una tasa de falla o función de riesgo constante, la distribución de Weibull puede ser definida para incluir una tasa de falla o tasa de riesgo creciente o decreciente. Ya que la mayor cantidad de fallas en campo, especialmente las partes mecánicas, muestran un aumento en la tasa de falla (debido a desgaste o deterioro del material), la distribución de Weibull es muy útil en describir patrones de falla de este tipo.

3. ASPECTOS GENERALES DE ASTIVIK

En esta sección se describen la situación actual del sandblasting, se evidencia la problemática teniendo en cuenta los estándares establecidos en el astillero.

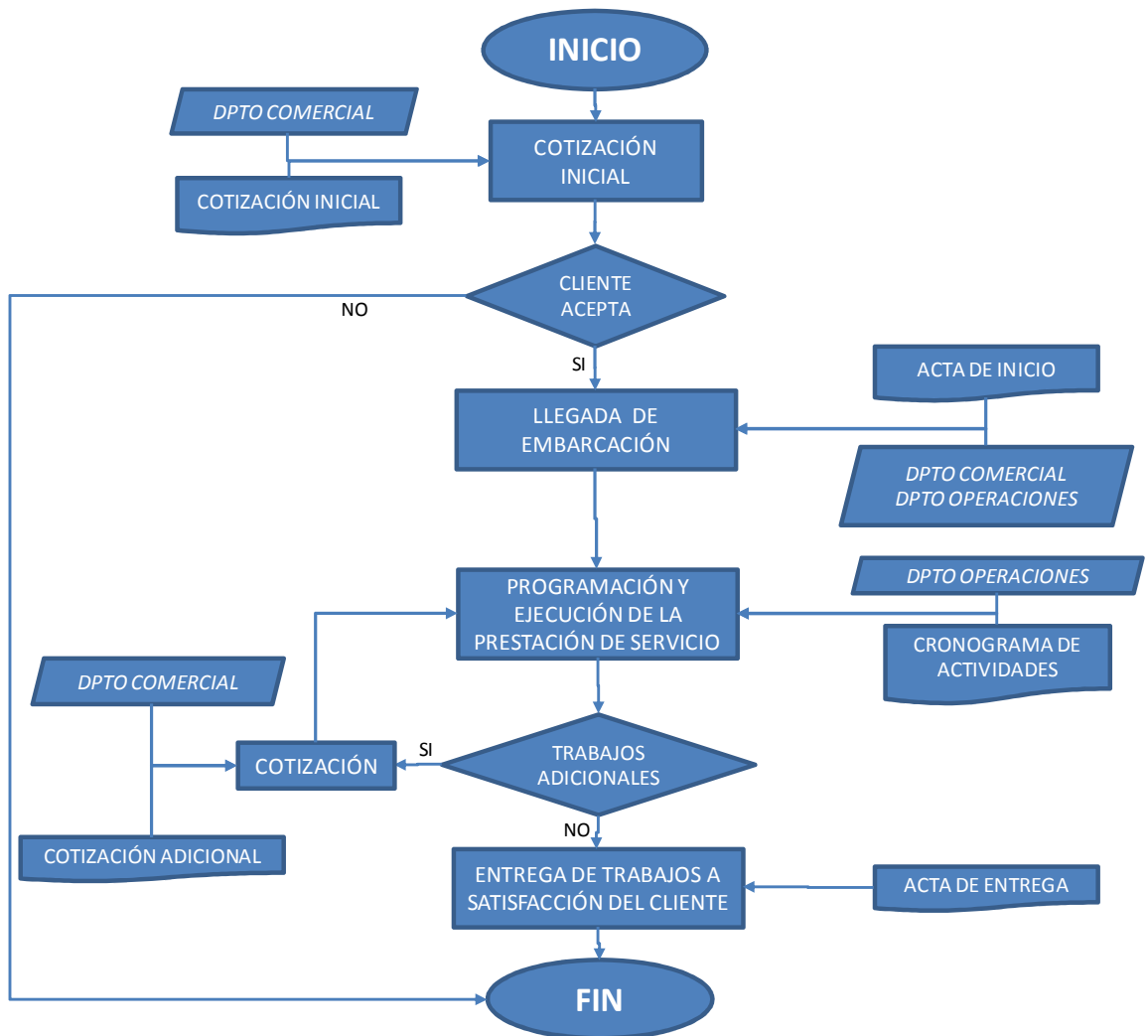
Actualmente Astivik S.A recibe embarcaciones de todas partes del mundo, como se explicó anteriormente el astillero cuenta con empresas adscritas para la prestación de los servicios a través del mecanismo de outsourcing, para el sandblasting están afiliadas dos empresas, la primera es Sandblasting del Caribe Ltda., y la segunda Ensernavales SAS.

Dentro del astillero el sandblasting no es considerado un proceso, a continuación se muestra el mapa de procesos de Astivik.



Gráfica 2 Mapa de procesos-Tomado del manual de calidad de Astivik 26-04-2007

El sandblasting es un servicio que es ejecutado por el departamento de operaciones y que inicia con la aprobación y aceptación del cliente a una cotización realizada por el departamento comercial, quien a su vez autoriza al departamento de operaciones para iniciar el servicio, el flujo de esto se aprecia en el siguiente diagrama.



Gráfica 3 Flujograma del proceso.

Para el desarrollo de este trabajo se estableció como hipótesis que el sandblasting es un proceso, el cual es desarrollado dentro de los procesos de operaciones y comercial.

Dentro de Industrias Astivik S.A, solo es posible realizar sandblasting a partir de la 7:00 PM, debido a que este genera grandes nubes de polución por efecto de la desintegración de los granos de arena que en las horas diurnas normales de trabajo afectarían a los trabajadores que estén a sus alrededores, por lo cual la operación inicia a las 7:00 pm y termina alrededor de las 4:00 AM, por tanto se considera que este proceso no es en línea. Sin embargo existe alistamiento previo a la iniciación del proceso, alistamiento que consiste en la movilización y ubicación de los equipos y materiales en el punto a sandblastear.

Para Astivik el proceso de sandblasting es uno de los más importantes porque se realiza en la gran mayoría de las embarcaciones atendidas, siendo ruta crítica de cada uno de los proyectos y con un potencial alto de generar entregas tardías en los mismos.

4. VALORACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLASTING

4.1 ANALISIS COMPARATIVO DEL MARGEN DE RENTABILIDAD Y RECLAMOS DEL PROCESO DE SANDBLASTING COMPARADO CON OTROS SERVICIOS.

Los accionistas de la organización han establecido que el margen de rentabilidad de cada servicio ofrecido en el astillero debe ser mínimo un 26%, es decir que la utilidad de cada embarcación (proyecto) debe ser 26%. Con esto se garantiza que después de gastos de operación y de impuestos la utilidad por proyecto será de un 10%.

Se indagó a través de conversaciones con los directores del astillero y se logró establecer que el margen de rentabilidad esperado está ligado con ofrecer servicios de muy buena calidad por debajo de los precios que se manejan en los astilleros del caribe, sin embargo no es atractivo para los accionistas márgenes inferiores al 26%. Por tanto se puede inferir que el margen mínimo atractivo para cada uno de los servicios es del 26%.

Se tomaron datos del margen de rentabilidad y reclamos de los principales servicios ofrecidos por el astillero desde el mes de septiembre de 2010 hasta el mes de septiembre de 2011. En este periodo de tiempo se atendieron 175 embarcaciones de las cuales a 155 se les prestó el servicio de sandblasting. Las siguientes tablas muestran los datos del margen de rentabilidad de los servicios ofrecidos, organizadas en Bimestre incluyendo el mes de septiembre de 2011.

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS QUINTO BIMESTRE 2010 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Sep	CARMEN	23	22	11	24
	CAMI - B	21	25	12	24
	FERRYMAGNO	26	21	25	22
	SAN ELIAS	25	23	14	22
	SAN ELIAS I	22	21	13	23
	STATIA SUPPLIER	23	21	24	24
	BARCAZA P-09	20	20	17	24
	STARGAZER	20	21	NA	24
	ENRIQUE LUIS	22	25	10	26
	BARCAZA TS-117	22	20	20	26
	R/R DONALD B	25	20	11	25
	R/R GALAPA	23	22	NA	21
	TEMPTATION	25	23	13	21
	NIASKY	22	23	16	22
	TIO PEDRO	22	21	14	25
OCEANIC I	21	25	16	21	
Oct	AQUAVIT	26	24	18	24
	EOS II	25	20	14	26
	ALCAMAN	20	24	17	24
	BEATRIZ MARTA	21	22	15	24
	BARCAZA HS#3	24	22	17	24
	AUGUSTEA 4	21	22	16	23
	ANTILLES TRADER	20	20	15	23
	CANDELA V	22	21	12	25
	NATALIA	22	22	18	24
	LISSANE	24	22	12	24
	WHITTIE TEUS	21	20	14	23
	MARYMAR II	24	20	10	23
	OSCAR I	24	21	13	25
SIBONEY	22	21	18	24	

Tabla 1. Margen de rentabilidad proyectos quinto bimestre 2010

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS SEXTO BIMESTRE 2010 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Nov	SEGOVIA	25	23	11	21
	OCEAN FREE	20	22	NA	22
	REMOLCADOR PORTEÑO	25	24	18	26
	URABA	24	25	13	23
	CACHAMA	25	22	12	23
	NAVIERA III	25	24	NA	21
	SIMITI	21	22	16	24
	CALAMARY	22	25	12	25
	MISS ANN	23	20	18	24
	MISS CLOHE	20	21	17	23
	CRISTINA	21	21	11	25
	CONNORS	25	20	12	22
	I-50	24	24	15	24
	STATIA SUPLIER	25	20	17	25
	JUANSE	23	22	16	24
	COLOMBIA 2010	24	24	16	24
	ENERGY 2010	25	20	10	24
	SIBONEY	24	21	11	23
	DRAGA COLOMBIA	25	20	13	23
	BARCAZA P-08	21	24	16	22
	JUAN CAMILO	25	22	13	24
	REMOLCADOR IKA	21	25	NA	22
	REMOLCADOR COLOSO	21	25	14	21
	CAREX	21	22	13	23
	PEPE	24	22	NA	26
	JUAN CAMILO	22	24	NA	22
	BARU	25	25	13	22
	DIBULLA	20	22	24	26
Dic	MAMUT	21	21	8	24
	BARCAZA TS-118	24	24	15	21
	SEABOARD SPIRIT	26	22	16	22
	BALBOA	21	25	6	22

Tabla 2. Margen de rentabilidad proyectos sexto bimestre 2010

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS PRIMER BIMESTRE 2011 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Ene	VALI	25	24	16	23
	TRANSFLUCOL 5	20	23	NA	21
	QUIST TEUS	25	23	11	26
	AUGUSTEA QUATRO	20	24	10	21
	CETUS	24	22	17	26
	MATHEW I	24	23	14	21
	GLAMAR	22	24	17	23
	RAMUS	23	20	16	24
	BETTY K VI	23	22	17	21
	STAD BREMEN	23	21	NA	24
	UBC TILBURY	25	22	NA	22
	DIBULLA	22	22	18	23
	TEXACO 4	22	22	17	26
	GRUA COLOMBIA 4	25	24	16	24
	SINCELEJO	10	10	8	11
Feb	LA ESPERANZA	25	21	NA	26
	RIO FRIO	25	24	17	22
	BAHAIRE	25	25	14	25

Tabla 3. Margen de rentabilidad proyectos primer bimestre 2011

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS SEGUNDO BIMESTRE 2011 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Mar	BARCAZA AB 600	22	24	16	26
	GOBAL ODISEA	22	25	13	24
	REMOLCADOR BARU	25	23	13	26
	SEA TROUTH	24	25	16	23
	CAREX	25	20	14	25
	NAVIERA III	24	23	NA	21
	IKA	21	21	17	24
Abr	CAREX	24	21	10	22
	BARCAZA TS-127	23	23	13	22
	RIO CORDOBA	20	23	17	25
	KAREN KOBY	22	25	10	21
	R/R TIBURON	21	24	11	25
	R/ANTISANA	21	24	13	23
	GAIRA	25	21	NA	23
	MANDARINA	23	22	NA	22
	LADY JANETH	20	20	15	25
	DON ROJAS	21	22	16	21
	DON RODRIGO	23	21	17	24
	BOTE RIO SAN JORGE	21	20	16	21
	BOTE MEDELLIN P-1	22	20	10	25
	R/R AGUSTIN	23	25	12	22
	INNOVATORE	21	23	12	24
LA ESPERANZA	23	25	12	24	

Tabla 4. Margen de rentabilidad proyectos segundo bimestre 2011

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS TERCER BIMESTRE 2011 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
May	KRONOS	24	22	17	21
	CAREX	21	20	15	23
	MARA	22	24	10	25
	TS-128	23	23	11	25
	DON LUCHO	22	25	18	24
	RIO CORDOBA	21	21	14	23
	PETROMIL II	20	25	13	22
	ANTISANA	22	20	12	25
	EL MEJOR	24	21	NA	26
	OKEANO	22	23	16	22
	MICHAEL T	20	20	18	24
	DAN SERVER	23	25	11	24
	MARATHON	24	23	17	25
	MR JACK	20	20	10	23
	R/R PRODECO	24	22	14	26
	MENDIONDO	23	24	12	25
	JMC-71	20	21	15	22
	DRAGA MANATI	21	25	12	23
	DRAGA TITAN	21	21	NA	26
	MARAVELLO	23	21	18	23
CHUBASCO	24	21	13	25	
Jun	INNOVATORE	23	23	17	21
	AQUAVIT	20	21	18	23
	INTERGOD III	24	24	17	22
	R/PRODECO	25	25	16	26
	RAMUS	21	22	18	21
	LA ESPERANZA	25	21	11	25
	RIO FRIO	21	25	16	23
	CHONTA	25	23	24	22
	ISLAS DEL ROSARIO	24	21	NA	23
	FM EXPRESS	20	22	15	25
	CARIBEAN EXPRESS	24	25	11	25
	INTREPIDE	24	20	13	26
	MISS RAZIMAN	25	22	17	26

Tabla 5. Margen de rentabilidad proyectos tercer bimestre 2011

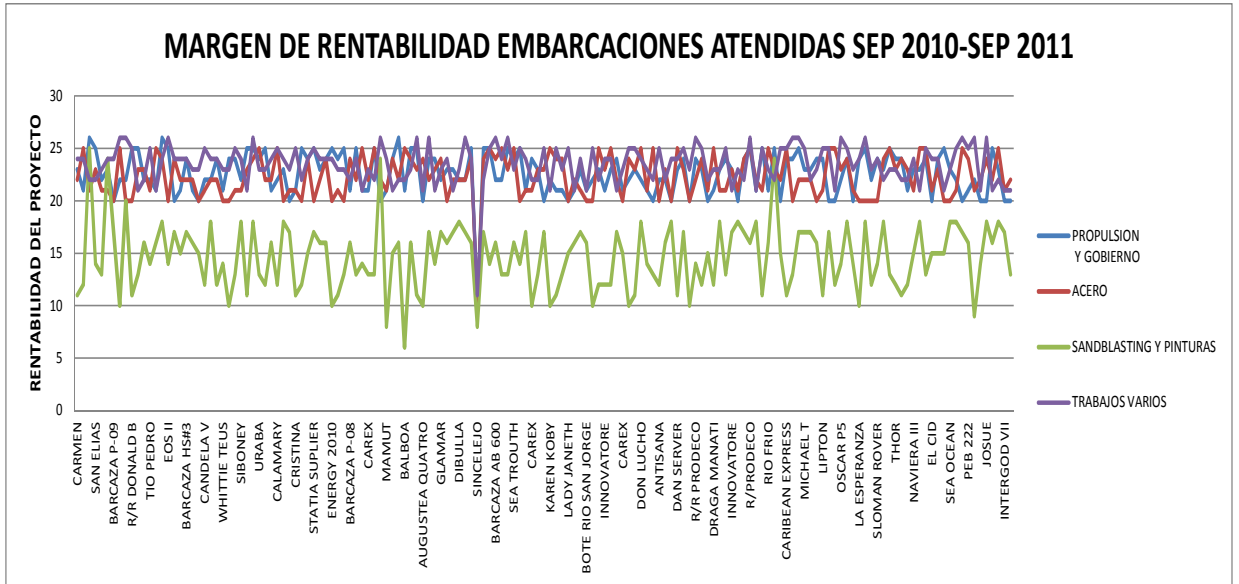
MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS CUARTO BIMESTRE 2011 (%)					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Jul	MICHAEL T	23	22	17	25
	THOR	23	22	17	22
	CARIBBEAN TRADER	24	20	16	23
	LIPTON	24	21	11	25
	MEDELLIN P 2A	20	25	17	25
	MICHAEL T	20	25	12	21
	OSCAR P5	22	23	14	26
	NATIVE SPIRIT	24	24	18	25
	LISANNE	20	21	14	23
	LA ESPERANZA	24	20	10	24
Ago	RIO FRIO	25	20	18	26
	RAIN BOW II	22	20	12	23
	SLOMAN ROVER	24	20	14	24
	HHI	23	24	18	22
	INTERFUELS II	25	25	13	23

Tabla 6. Margen de rentabilidad proyectos cuarto bimestre de 2011

MARGEN DE RENTABILIDAD PROYECTOS SEP 2011					
MES	EMBARCACION	PROPULSION Y GOBIERNO	ACERO	SANDBLASTING Y PINTURAS	TRABAJOS VARIOS
Sep	THOR	24	23	12	23
	DUETT 77	24	24	11	22
	DUET 88	21	23	12	22
	NAVIERA III	23	21	15	24
	ALCATRAZ III	22	25	NA	23
	ISLAS DEL ROSARIO	20	25	NA	26
	TS-110	23	25	18	21
	RIO FRIO	24	25	13	25
	EL CID	20	21	15	24
	P-10	24	23	15	24
	CIUDAD DE ARAUCA	25	20	15	21
	SEA OCEAN	23	20	18	23
	ALCATRAZ III	24	21	NA	21
	ATLANTICA	22	21	18	25
	NATIVE SPIRIT	20	25	17	26
	PEB 222	21	24	16	25
	NEW WAVE	22	21	9	26
	LEILA	20	22	14	21
	JOSUE	20	24	18	26
	AB-600	25	22	16	21
	STIRRUS CAY	23	25	18	22
	INTERGOD VII	20	21	17	21
INTERGOD VIII	20	22	13	21	

Tabla 7. Margen de rentabilidad proyectos cuarto bimestre de 2011

En el siguiente gráfico se puede observar como el sandblasting comparado con los servicios de mantenimiento de sistema de propulsión y gobierno, cambio de acero y trabajos varios se encuentra por debajo de las expectativas de los accionistas de la organización durante el periodo de tiempo estudiado. Por tanto se determina que el servicio de sandblasting es que genera menor Margen de rentabilidad entre los servicios ofrecidos por Industrias Astivik S.A.

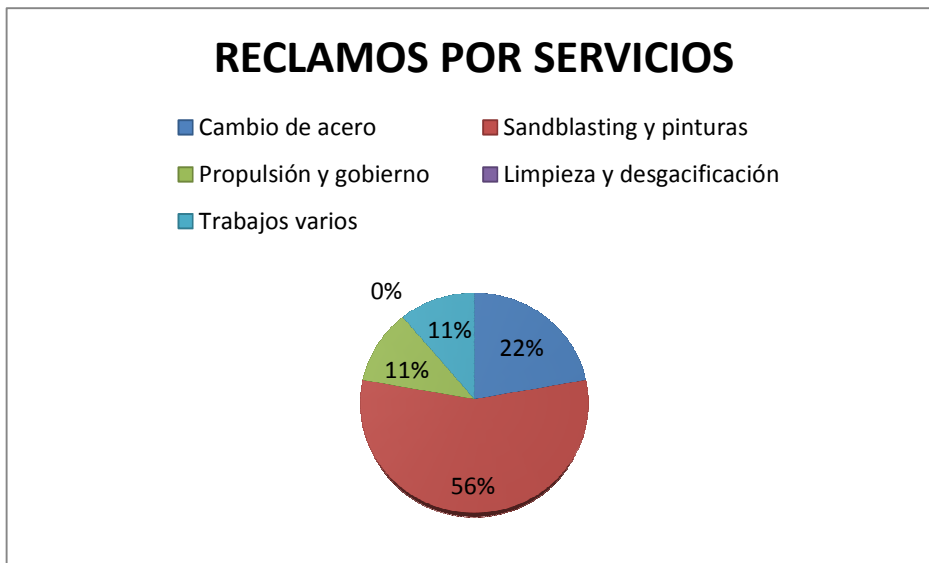


Gráfica 4 Margen de rentabilidad de proyectos sep. 2010-sep 2011

Aunado al bajo margen de rentabilidad del arenado, la mayor cantidad de reclamos realizados en las embarcaciones corresponden al sandblasting. La siguiente situación se ilustra en la tabla y grafico siguientes.

RECLAMOS POR SERVICIOS															
Linea de negocio	2010				2011								TOTALES	%	
	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago			Sep
Cambio de acero	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	22.2%
Sandblasting y pinturas	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	5	55.6%
Propulsión y gobierno	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	11.1%
Limpieza y desgacificación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
Trabajos varios	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	11.1%
														9	100.0%

Tabla 8. Reclamo por servicios



Gráfica 5 Reclamos por servicios

Se puede observar que el 56% de los reclamos realizados al astillero corresponden a sandblasting y pinturas, por tanto este subproceso o servicio se convierte en un tema fundamental para ser estudiado de tal forma que se apliquen herramientas de productividad y calidad que permitan mejorar el desempeño.

Es decir que de las 155 embarcaciones a las que se les prestó el servicio de sandblasting 5 presentaron reclamos por garantía, por lo cual el departamento de calidad les dio un tratamiento de producto no conforme (PNC), esto arroja que el índice de calidad del servicio es de 97%.

INDICE DE CALIDAD	
TOTAL EMBARCACIONES ATENDIDAS	175
TOTAL EMBARCACIONES CON APLICACIÓN DE SANDBLASTING	155
PRODUCTOS NO CONFORME SANDBLASTING (PNC)	5
INDICE DE CALIDAD	97%

Tabla 9. Índice de calidad

4.2 ENTREVISTAS

Para entender la actual problemática del arenado se planeó realizar entrevistas a todas las personas que están involucradas en el subproceso, evaluar cada uno de los componentes del proceso y realizar visitas de campo para evidenciar síntomas y las posibles causas del problema.

Se realizaron entrevistas a todas las personas que intervienen directa o indirectamente, se entrevistaron a los siguientes stakeholders; directores de los procesos de operaciones, comercial, seguridad y mantenimiento. También se entrevistaron a los ingenieros de operaciones, gerentes de empresas contratistas, técnicos representantes de casas de pintura y clientes.

A continuación se justifica el tamaño de la muestra seleccionada para las entrevistas.

Director de operaciones: el astillero cuenta con un solo director de operaciones, quien responde técnica y administrativamente por el mantenimiento, reparación, diseño y construcción de embarcaciones. El tamaño de la muestra es 100%

Director comercial: el astillero cuenta con un solo director comercial, quien además de cotizar los distintos servicios y conseguir clientes, está en capacidad de asesorar técnicamente a los mismos. El tamaño de la muestra es 100%

Director de mantenimiento: el astillero cuenta con un solo director de mantenimiento quien responde por la disponibilidad de los equipos. El tamaño de la muestra es 100%.

Director de seguridad: solo hay un director de seguridad quien vela por la integridad de las personas y equipos del astillero. El tamaño de la muestra es 100%

Ingenieros de operaciones: son los que ejecutan los servicios, Astivik tiene 6 ingenieros de operaciones, todos con las mismas funciones, se entrevistaron 3 de 6 ingenieros, los cuales fueron elegidos aleatoriamente, tamaño de la muestra 50%.

Firmas contratistas: solo existen 2 firmas contratistas, se entrevistó a los gerentes de cada una de estas empresas, quienes tienen experiencia en sandblasting y conocen plenamente el proceso dentro de Astivik. Tamaño de la muestra 100%.

Empleados firmas contratistas: se eligió aleatoriamente a 1 sandblastero de los 5 con los que cuenta cada empresa contratista. Tamaño de la muestra 20%.

Clientes: se entrevistaron 4 clientes, los cuales representan el 47% de la facturación del periodo en estudio, según datos suministrados de la facturación por el departamento de contabilidad.

Representantes técnicos de pintura: se entrevistó a 2 asesores técnicos de casas representantes de pintura elegidas aleatoriamente, actualmente prestan servicio a Astivik 5 marcas. Tamaño de la muestra 40%.

Lo anteriormente expuesto valida la muestra tomada para realizar las entrevistas.

La siguiente tabla muestra la cantidad de entrevistas realizadas y la descripción del cargo de las personas entrevistadas.

STAKEHOLDERS SANDBLASTING INDUSTRIAS ASTIVIK S.A		
CARGO	DESCRIPCION DEL CARGO	CANTIDAD
DIRECTOR DE OPERACIONES	Proyectar la labor del personal del área de operaciones de tal forma que la empresa pueda cumplir con las condiciones de tiempo de servicio, calidad del trabajo y precios competitivos en el mercado para lograr la satisfacción del cliente; así mismo proyectar y controlar los costos de los servicios contratados, orientando al personal bajo su cargo y al personal de contratistas a trabajar bajo condiciones seguras	1
DIRECTOR COMERCIAL	Desarrollar estrategias de mercadeo a corto, mediano y largo plazo que le permitan al astillero a mantenerse como la mejor opción para sus clientes, y le permita conseguir nuevos.	1
DIRECTOR DE MANTENIMIENTO	Provee el mantenimiento preventivo y correctivo de las herramientas, maquinarias y equipos al astillero, asegura su disponibilidad en los procesos operativos para que la empresa cumpla con los compromisos comercialmente establecidos en condiciones de tiempo de servicio y calidad del trabajo.	1
DIRECTOR DE SEGURIDAD	Responder por la protección y seguridad de los bienes, los procesos y las personas que laboran en las instalaciones del astillero	1
INGENIEROS DE OPERACIONES	Son los encargados de planear, coordinar y controlar el desarrollo de los trabajos a las embarcaciones y manejar los tiempos y costos de los mismos de acuerdo con los estándares establecidos en el astillero	3
FIRMA CONTRATISTA	Son empresas legalmente constituidas y adscritas a Astivik para realizar tareas de sandblasting, suministran mano de obra calificada para trabajar con equipos y materiales suministrados por el astillero	2
EMPLEADOS FIRMA CONTRATISTA	Son los que ejecutan los trabajos ordenados por su empleador	2
CLIENTES	Son los que solicitan los servicios de sandblasting en las embarcaciones, y quienes reciben y manifiestan su satisfacción del servicio recibido	4
REPRESENTANTE TECNICO DE PINTURAS	Son trabajadores de firmas reconocidas de pintura que suministran estas a los clientes y buscan la correcta aplicación de las pinturas dentro de las condiciones técnicas y ambientales para garantizarla	2

Tabla 10. Stakeholders Sandblasting

Una vez establecido el tamaño de la muestra y que el mismo era suficiente para la investigación se pudo determinar que existen tres entrevistados que probablemente no tenían suficiente conocimiento técnico para responder preguntas de calidad y rendimiento del sandblasting. Estos entrevistados son director comercial, director de mantenimiento y director de seguridad. Se indago y se logró comprobar que el director comercial debía ser una persona con amplios conocimientos técnicos en el área naval y debía conocer de sandblasting, según el perfil establecido por la compañía, sin embargo los directores de mantenimiento y seguridad en el perfil no requieren conocimientos de sandblasting. Este punto es importante para evitar sesgos en los resultados de las entrevistas.

Con las entrevistas se identificó el grado de conocimiento del personal entrevistado acerca del sandblasting, se procuró indagar acerca de la percepción de estas personas en cada uno de los componentes del sistema sandblasting identificando así cuales eran a su percepción las debilidades y fortalezas de este servicio.

El siguiente formato fue el utilizado para las entrevistas.

ENTREVISTAS PROCESO DE SAND BLASTING ASTIVIK S.A

Dentro del plan de estudios de la especialización en **gerencia de producción y calidad** que cursan los ingenieros **Albert de Jesús Amaya Rodríguez** y **Cristhian David Mar González** en la **universidad tecnológica de bolívar**, es requisito fundamental presentar un trabajo integrador donde se demuestren los conocimientos adquiridos, siendo este trabajo de carácter obligatorio para optar al título de especialista

El trabajo integrado propuesto es: *análisis y mejoramiento de la calidad y confiabilidad del actual proceso de sandblasting en Astivik S.A*

Es muy gratificante para nosotros contar con su opinión al respecto de este tema lo que nos ayudará a entender este proceso, a través de esta corta entrevista, que trata básicamente acerca de su experiencia en el tema de sandblasting y su percepción de este proceso en Astivik S.A

INFORMACION GENERAL ENTREVISTADO

NOMBRE:	
TIPO DE VINCULACION CON ASTIVIK	
EMPRESA:	
PROFESION:	
CARGO:	
EXPERIENCIA LABORAL GENERAL EN AÑOS:	
EXPERIENCIA LABORAL ESPECIFICA SANDBLASTING EN AÑOS:	

PREGUNTAS

	SI ()	NO ()
1 Tiene usted alguna certificación técnica o de aprendizaje sobre el proceso de sandblasting		
2 Cuáles?		
3 Como calificaría su grado de conocimiento de sandblasting, siendo 0 nulo y 5 excelente		
4 Cuál es su percepción acerca del proceso de sandblasting en Astivik S.A?		
5 En términos de rendimiento, siendo 0 pobre y 5 excelente, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
6 En términos de calidad, siendo 0 malo y 5 excelente, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
7 En términos de equipos, siendo 0 totalmente inadecuados y 5 totalmente adecuados, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
8 En términos de instalaciones (bodegas, accesos, sitio de aplicación), siendo 0 pobre y 5 excelente, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
9 En términos de materiales, siendo 0 malo y 5 excelente, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
10 En términos de talento humano, siendo 0 pobre y 5 excelente, cual es la calificación actual que usted colocaría al proceso de sandblasting en Astivik S.A		
11 Cuál es su percepción acerca del proceso de sandblasting en Astivik S.A con respecto a otros astilleros o empresas que prestan este servicio?		
12 Cuál cree usted que es la principal debilidad del proceso de sandblasting en Astivik S.A		
13 Cuál cree usted que es la principal fortaleza del proceso de sandblasting en Astivik S.A		
14 Que aconsejaría a los directivos de Astivik S.A para mejorar el proceso de sandblasting		
15 Conoce usted técnicas alternativas al sandblasting? Cuáles?		
16 Cuál cree usted que pueda ser la mejor alternativa para reemplazar el sandblasting		
17 Tiene usted alguna observación adicional?		

Gráfica 6. Formato entrevistas

Aclaraciones preguntas del formato de entrevistas

Pregunta 1: está pregunta pretende conocer el grado de conocimiento certificado por alguna entidad competente, que posee el entrevistado, de esta forma se evitara sesgos a los resultados.

Pregunta 2: está orientada a determinar qué tipo de certificación tiene el entrevistado, si aplica.

Pregunta 3: busca establecer a través de una autoevaluación el conocimiento que tiene el entrevistado.

Pregunta 4: aquí se busca conocer en términos muy generales cual es la apreciación de los entrevistados, teniendo en cuenta su experiencia en otros astilleros.

Pregunta 5: se refiere a la cantidad de metros cuadrados de preparación de superficie que se realizan en un turno.

Pregunta 6: la calidad hace referencia al grado de aceptación que tiene la superficie teniendo en cuenta las normas internacionales.

Pregunta 7: con esta pregunta se pretende evaluar la percepción que los entrevistados tienen acerca de los equipos utilizados.

Pregunta 8: se evalúa la apreciación de los entrevistados con respecto a las instalaciones e infraestructura del astillero y cómo influyen estas en el desarrollo del sandblasting.

Pregunta 9: según la experiencia y conocimiento como perciben la calidad del abrasivo utilizado en el sandblasting.

Pregunta 10: se refiere a las competencias, idoneidad, actitudes, aptitudes, cualidades y conocimientos del personal involucrado en el proceso.

Pregunta 11: se busca hacer una comparación teniendo en cuenta la experiencia de los entrevistados en otras compañías que prestan el mismo servicio, de tal forma que se establezcan puntos a conservar, suprimir, agregar o mejorar.

Los resultados obtenidos de las entrevistas en materia de conocimiento y formación son los siguientes.

Preguntas 12 y 13: se invita al entrevistado a manifestar una y solo una debilidad y una y solo una fortaleza.

Pregunta 14: indicar acciones que a su parecer mejorarían sustancialmente en todos los aspectos el servicio.

Preguntas 15 y 16: con esto se busca identificar técnicas alternativas de preparación de superficies.

Pregunta 17: enunciar cualquier observación adicional que ayude a detectar fortalezas, puntos débiles, amenazas u oportunidades.

NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	PROFESION	CARGO	EXP. GENERAL AÑOS	EXP. SANDBLASTING AÑOS	CERTIFICACION SANDBLASTING	TIPO DE CERTIFICACION
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	ADMINISTRADOR DE EMPRESAS	GERENTE	25	3	NO	NINGUNA
JAIIME TEHERAN	EMPLEADO	INGENIERO MECANICO	DIRECTOR DE MANTENIMIENTO	15	3.5	NO	NINGUNA
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	NINGUNA	SANDBLASTERO PINTOR	6	6	NO	NINGUNA
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	INGENIERO MECANICO	DIRECTOR TECNICO	15	10	NO	NINGUNA
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	INGENIERO MECANICO	DIRECTOR DE MANTENIMIENTO	20	10	NO	NINGUNA
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	NINGUNA	SANDBLASTERO PINTOR	15	15	NO	NINGUNA
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	INGENIERO NAVAL	DIRECTOR DE SEGURIDAD	31	26	NO	NINGUNA
JORGE PALMET	EMPLEADO	INGENIERO MECANICO	INGENIERO DE OPERACIONES	6	4	SI	CHARLAS-CURSOS
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	INGENIERO MECANICO	INGENIERO DE OPERACIONES	21	5	SI	CHARLAS-CURSOS
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	INGENIERO INDUSTRIAL	INGENIERO DE OPERACIONES	5.5	5.5	SI	CHARLAS-CURSOS
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	INGENIERO QUIMICO	ASESOR TECNICO MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	7	6	SI	NACE COATING INSPECTOR NIVEL I
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	SANDBLASTERO PINTOR	GERENTE-SANDBLASTERO	21	14	SI	CURSOS SIKA, PINTUCO, SENA
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	INGENIERO MECANICO	DIRECTOR COMERCIAL	21	15	SI	CHARLAS-CURSOS
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	INGENIERO MECANICO	INGENIERO DE PRODUCCION Y PROYECTOS	17	15	SI	CHARLAS-CURSOS
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	INGENIERO INDUSTRIAL	COORDINADOR LINEA INTERNATIONAL	28	20	SI	NACE COATING INSPECTOR NIVEL I, DIPLOMADO CORROSION-UIS
MARTIN CERRO	EMPLEADO	INGENIERO MECANICO	DIRECTOR DE OPERACIONES	27	24	SI	UIS-PREPARACION DE SUPERFICIES
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	ARQUITECTO NAVAL	ARQUITECTO NAVAL	25	25	SI	CHARLAS-CURSOS

Tabla 11. Resultados formación stakeholders

De esto se puede concluir que el 59% de las personas entrevistadas ha recibido al menos cursos y charlas en preparación de superficies y que tienen una experiencia mínima de 3 años. Se detectó que los empleados de firmas contratistas entrevistados no tienen ninguna formación técnica en sandblasting, su aprendizaje ha sido totalmente empírico.

A continuación se muestra la calificación dada por parte de los entrevistados a los distintos recursos que se emplean en el arenado, también se evaluó la percepción

al respecto del rendimiento y calidad del servicio utilizando una escala de 0 a 5, siendo 5 la mejor calificación.

PERCEPCION RECURSOS, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PROCESO							
NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	RENDIMIENTO	CALIDAD	EQUIPOS	INSTALACIONES	ARENA	PERSONAL
MARTIN CERRO	EMPLEADO	3	4	3	3	4	3
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	2	2.5	2	3	2.5	2.5
JAIME TEHERAN	EMPLEADO	3	NA	3.8	3	NA	3
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	3	4	3	3	4	3
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	3	4	3	3	5	3.5
JORGE PALMET	EMPLEADO	3	3.5	2	3.5	4	3
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	3	3	4	3	4	2
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	3	3.5	3.5	3.5	5	3.5
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	3.5	4.7	3	3	4	4
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	3	3	3	3	4	4
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	3	3	3	3	3	4
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	3.8	4.8	3.5	5	4.8	4.5
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	3	3	3	3	3	3
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	3.5	4	2.5	3	4	3.5
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	3	3	3	4	3	4
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	3	3	2	3	4	3.8

Tabla 12. Percepción entrevistados recursos, rendimiento y calidad

Agrupando las respuestas en cuanto a rendimiento, calidad, equipos, instalaciones, arena y personal por tipo de vinculación se obtuvieron los siguientes promedios.

PROMEDIO CALIFICACION PERCEPCION						
TIPO DE VINCULACION	RENDIMIENTO	CALIDAD	EQUIPOS	INSTALACIONES	ARENA	PERSONAL
EMPLEADOS ASTIVIK	2.86	3.50	2.97	3.07	3.92	2.86
CONTRATISTAS	3.13	3.55	3.13	3.13	4.00	3.88
CLIENTE	3.45	3.83	3.13	3.63	3.83	3.75
TECNICOS CASA DE PINTURAS	3.00	3.00	2.50	3.50	3.50	3.90

Tabla 13. Promedio calificación recursos según tipo de vinculación

Es importante aclarar que el director de seguridad que anteriormente fue mencionado porque su perfil no exigía conocimientos técnicos de sandblasting manifestó ser ingeniero naval y haber trabajado antes en compañías de sandblasting, evitando esto el sesgo de la entrevista, no obstante el director de mantenimiento que en su perfil tampoco se exigía tener conocimientos técnicos de sandblasting, manifestó no tener conocimientos suficientes para evaluar la calidad del mismo, por esto la pregunta referente a calidad en su entrevista, no se tuvo en cuenta su opinión para evitar sesgar los resultados.

Se afirma al respecto que para los empleados de Astivik el rendimiento es el principal problema, mientras que la arena es lo mejor del proceso para los contratistas, el rendimiento, los equipos y las instalaciones son los que presentan

problemas, en cambio para los clientes los equipos representan la principal preocupación al igual que para los técnicos representantes de casas de pintura.

Se indagó acerca de la principal debilidad observada por parte de los entrevistados, el resultado obtenido fue el siguiente.

RESPUESTAS PRINCIPAL DEBILIDAD DEL PROCESO			
NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	DEBILIDAD	ASOCIACION DEBILIDAD
MARTIN CERRO	EMPLEADO	CONTROL DE COSTOS ACPM Y ARENA	MATERIALES
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	FALTA ORGANIZACIÓN	METODOS
JAIME TEHERAN	EMPLEADO	DESORGANIZACION Y FALTA DE CONTROL	METODOS
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	PERSONAL OPERATIVO	PERSONAL
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	FALTA COORDINACION	METODOS
JORGE PALMET	EMPLEADO	NO HAY PROCEDIMIENTOS	METODOS
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	FALTA DE ORGANIZACIÓN	METODOS
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	EL RECURSO HUMANO Y HERRAMIENTAS ADECUADAS	PERSONAL
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	EQUIPOS	EQUIPOS
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	LOS COMPRESORES FALLAN	EQUIPOS
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	NO HAY CARETAS	EQUIPOS
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	NO HAY PERSONA ESPECIALIZADA	PERSONAL
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	RENDIMIENTO	METODOS
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	RENDIMIENTO	METODOS
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	FALTA DE SUPERVISION	METODOS
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	EQUIPOS	EQUIPOS
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	FALTA DE COORDINACION Y PROGRAMACION, NO HAY FIN INICIO DE TAREAS	METODOS

Tabla 14. Respuesta debilidad del proceso

En la tabla anterior se puede observar la asociación de la respuesta dada por los entrevistados, una vez se les preguntó acerca de la debilidad del proceso.

EMPLEADOS ASTIVIK		
ASOCIACION	DEBILIDAD	%
PERSONAL	1	14%
METODOS	5	71%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	1	14%
OTROS	0	0%
TOTAL	7	100%

Tabla 15. Asociación empleados Astivik Debilidad sandblasting

Se puede concluir que la debilidad del proceso según los empleados de Astivik está asociada a los métodos utilizados en este. El 71% de los entrevistados dio respuestas acerca de la debilidad que tenían que ver directamente con los métodos.

Para los contratistas los resultados fueron los siguientes.

CONTRATISTAS ASTIVIK		
ASOCIACION	DEBILIDAD	%
PERSONAL	1	25%
METODOS	0	0%
EQUIPOS	3	75%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	4	100%

Tabla 16. Asociación contratistas Debilidad sandblasting

Se puede establecer que para el 75% de los contratistas entrevistados, la debilidad está asociada con los equipos utilizados en el proceso.

Al momento de asociar las respuestas de los clientes se obtuvo la siguiente tabla.

CLIENTES ASTIVIK		
ASOCIACION	DEBILIDAD	%
PERSONAL	1	25%
METODOS	3	75%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	4	100%

Tabla 17. Asociación clientes Debilidad sandblasting

Se detectó que la debilidad está asociada con los métodos para el 75 % de los clientes entrevistados.

Para los técnicos de las casa de pintura el 50% de las debilidades están asociadas con los métodos y el otro 50% está asociado con los equipos como se muestra en la siguiente tabla.

TECNICOS REPRESENTANTES CASA DE PINTURAS		
ASOCIACION	DEBILIDAD	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	1	50%
EQUIPOS	1	50%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	2	100%

Tabla 18. Asociación técnicos casas de pintura Debilidad sandblasting

Al momento de cuestionar a los empleados de Astivik acerca de la fortaleza se obtuvieron los siguientes resultados.

RESPUESTAS PRINCIPAL FORTALEZA DEL PROCESO			
NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	FORTALEZA	ASOCIACION FORTALEZA
MARTIN CERRO	EMPLEADO	DISPOSICION DE LA GENTE, EL PERSONAL TIENE GANAS	PERSONAL
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	ANTE SITUACIONES DIFICILES SE TRABAJA BIEN	PERSONAL
JAIIME TEHERAN	EMPLEADO	VOLUNTAD DE LA GENTE	PERSONAL
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	CLIENTE CREE EN LA EMPRESA	OTRO
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	BUENA CALIDAD	METODO
JORGE PALMET	EMPLEADO	ABRASIVO	MATERIAL
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	NO HAY FORTALEZA	OTRO
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	LA ORGANIZACIÓN DE LOS INGENIEROS EN LA OFICINA	METODO
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	CALIDAD	METODO
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	NO HAY FORTALEZA	OTRO
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	EL PAGO	OTRO
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	STOCK DE ARENA	MATERIAL
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	CREATIVIDAD	PERSONAL
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	PERSONAL	PERSONAL
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	DISPOSICION DE LA GENTE, EL PERSONAL TIENE GANAS	PERSONAL
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	TALENTO HUMANO	PERSONAL
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	NO HAY FORTALEZA	OTRO

Tabla 19. Respuesta fortaleza del proceso

Se agruparon las respuestas por tipo de vinculación y se asociaron las respuestas, se obtuvieron los siguientes resultados.

Para el 43% de los empleados de Astivik la fortaleza está asociada con el personal, como se muestra en la siguiente tabla.

EMPLEADOS ASTIVIK		
ASOCIACION	FORTALEZA	%
PERSONAL	3	43%
METODOS	1	14%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	1	14%
OTROS	2	29%
TOTAL	7	100%

Tabla 20. Asociación empleados Fortaleza sandblasting

Para el 50% de los contratistas la fortaleza está asociada con los métodos, ver tabla 20.

CONTRATISTAS ASTIVIK		
ASOCIACION	FORTALEZA	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	2	50%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	0	0%
OTROS	2	50%
TOTAL	4	100%

Tabla 21. Asociación contratistas Fortaleza sandblasting

El 75% de los clientes considero que la fortaleza del proceso está asociada con el personal, como lo muestra la siguiente tabla.

CLIENTES ASTIVIK		
ASOCIACION	FORTALEZA	%
PERSONAL	3	75%
METODOS	0	0%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	1	25%
OTROS	0	0%
TOTAL	4	100%

Tabla 22. Asociación clientes Fortaleza sandblasting

Se pudo observar que para el 50% de los técnicos representantes de casas de pintura la principal fortaleza está relacionada con el personal, la siguiente tabla muestra lo antes explicado.

TECNICOS REPRESENTANTES CASA DE PINTURAS		
ASOCIACION	FORTALEZA	%
PERSONAL	1	50%
METODOS	0	0%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	0	0%
OTROS	1	50%
TOTAL	2	100%

Tabla 23. Asociación Técnicos casa de pinturas Fortaleza sandblasting

Otro punto en el que se indagó al momento de realizar las entrevistas fue acerca de los consejos que los entrevistados daban para mejorar significativamente el proceso, a continuación se muestran las respuestas dadas por los entrevistados.

RESPUESTAS CONSEJO PARA MEJORAR EL PROCESO			
NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	CONSEJO	ASOCIACION CONSEJO
MARTIN CERRO	EMPLEADO	REALIZAR UN BUEN ESTUDIO PARA ENCONTRAR LAS FALLAS REALES	METODOS
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	ASIGNAR UN LIDER PARA EL PROCESO	PERSONAL
JAIME TEHERAN	EMPLEADO	ASIGNAR UN LIDER PARA EL PROCESO	PERSONAL
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	CAPACITAR TECNICAMENTE	PERSONAL
		REMODELAR EQUIPOS	EQUIPOS
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	ADQUIRIR EQUIPOS	EQUIPOS
JORGE PALMET	EMPLEADO	CREAR PROCEDIMIENTOS	METODOS
		PROGRAMAR LAS TAREAS	METODOS
		MEJORAR LOS EQUIPOS	EQUIPOS
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	ASIGNAR UN LIDER PARA EL PROCESO	PERSONAL
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	MEJOR ORGANIZACIÓN EN EL PATIO	METODOS
		ESTABLECER CONTROLES EN EL PROCESO	METODOS
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	MEJORAR LOS EQUIPOS	EQUIPOS
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	HACER BAMBAS MAS LIJERAS	EQUIPOS
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	FABRICAR TAPA A LAS TOLVAS	EQUIPOS
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	CONTRATAR PERSONA ESPECIALIZADA, PROFESIONAL	PERSONAL
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	MAS CHORROS	EQUIPOS
		REELEVOS PARA LOS SANDBLASTEROS	PERSONAL
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	MEJORAR EQUIPOS	EQUIPOS
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	MEJORAR EQUIPOS	EQUIPOS
		IMPLEMENTAR CONTROL DE CALIDAD	METODOS
		PERSONAL TECNICO CAPACITADO	PERSONAL
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	MEJORAR LOS EQUIPOS	EQUIPOS
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	MEJORAR PROGRAMACION	METODOS
		MEJORAR ORGANIZACIÓN	METODOS
		CAPACITAR TECNICAMENTE	PERSONAL

Tabla 24. Respuesta consejo para mejorar el proceso

Los consejos también fueron agrupados por tipo de vinculación y asociados a una línea de clasificación.

Una vez agrupados los consejos para los empleados de Astivik, se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

EMPLEADOS ASTIVIK		
ASOCIACION	CONSEJO	%
PERSONAL	4	57%
METODOS	2	29%
EQUIPOS	1	14%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	7	100%

Tabla 25. Asociación empleados Consejo sandblasting

Se puede concluir que el 57% de los consejos dados por los empleados de Astivik están asociados con el mejoramiento del personal, el 29% de los consejos está asociado con los métodos.

La siguiente tabla muestra la asociación de los consejos dados por los contratistas para mejorar el proceso, se observa que el 75% de los consejos están directamente relacionados con los equipos, ver tabla 25.

CONTRATISTAS ASTIVIK		
ASOCIACION	CONSEJO	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	1	25%
EQUIPOS	3	75%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	4	100%

Tabla 26. Asociación contratistas Consejo sandblasting

Para los clientes las entrevistas arrojaron los resultados mostrados en la siguiente tabla.

CLIENTES ASTIVIK		
ASOCIACION	CONSEJO	%
PERSONAL	1	25%
METODOS	0	0%
EQUIPOS	3	75%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	4	100%

Tabla 27. Asociación clientes Consejo sandblasting

Se puede concluir que el 75% de los consejos dados por los clientes están estrechamente relacionados con los equipos.

Para los técnicos representantes de casas de pintura el 50% de los consejos están relacionados con los métodos y el 50% restante con los equipos, como se evidencia en la siguiente tabla.

TECNICOS REPRESENTANTES CASA DE PINTURAS		
ASOCIACION	CONSEJO	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	1	50%
EQUIPOS	1	50%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
TOTAL	2	100%

Tabla 28. Asociación técnicos casa de pinturas Consejo sandblasting

Al momento de realizar las entrevistas se preguntó a los entrevistados si existía alguna observación adicional que quisieran hacer, el resultado se plasma en la tabla siguiente.

RESPUESTAS OBSERVACION DEL PROCESO			
NOMBRE	TIPO DE VINCULACION	OBSERVACION	ASOCIACION OBSERVACION
MARTIN CERRO	EMPLEADO	CONTRATAR SUPERVISOR DE SANDBLASTING	PERSONAL
JORGE BABILONIA	EMPLEADO	HAY QUE LLEVAR REGISTROS	METODOS
JAI ME TEHERAN	EMPLEADO	DEBE HABER UNA COORDINACION ENTRE EL FACTOR HUMANO, EQUIPOS Y MATERIALES	METODOS
		LAS DISTANCIAS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS SON MUY LARGAS	INFRAESTRUCTURA
		NO HAY REPORTE DE ANOMALIAS POR PARTE DE LOS OPERARIOS	METODOS
EDGAR DELGADO NUÑEZ	EMPLEADO	NO SE VE EL SANDBLASTING COMO UN PROCESO	METODOS
		UN SOLO PUNTO PARA SANDBLASTING	INFRAESTRUCTURA
ORLANDO GUZMAN	EMPLEADO	ADECUAR ZONA DE DIQUES	INFRAESTRUCTURA
		HAY QUE CAPACITAR AL PERSONAL	PERSONAL
JORGE PALMET	EMPLEADO	RENOVAR EQUIPOS	EQUIPOS
		PERSONAL NO TECNIFICADO EMPIRICO	PERSONAL
		NO HAY PROCEDIMIENTO DE SANDBLASTING EN CADA SECCION DEL BUQUE	METODOS
FERNANDO REMOLINA	EMPLEADO	MALA VESTIDURA DE LOS OPERARIOS	EQUIPOS
		HAY QUE MINIMIZAR LOS MOVIMIENTOS DE EQUIPOS	METODOS
		NINGUNA	NINGUNA
EDGAR DELGADO	CONTRATISTA	HAY QUE ADQUIRIR EQUIPOS COMO ESCAFANDRAS, OPERADORES CON CARETAS, ANDAMIOS CON RODACHINES	EQUIPOS
		CONTROLAR LA BOQUILLAS	METODOS
JAMES RENTERIA	CONTRATISTA	TENER HORARIOS PARA TANQUEO Y LLENADO DE TOLVAS	METODOS
JESUS PEREZ	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	DISTANCIAS MUY LARGAS LOS COMPRESORES NO DAN LA PRESION SUFICIENTE	EQUIPOS
		LOS EMPALMES ELECTRICOS SON PELIGROSOS	EQUIPOS
		NO HAY CARPAS PARA ARENA EN LLUVIA	EQUIPOS
KENEDY RAMOS	EMPLEADO FIRMA CONTRATISTA	COINCIDEN LOS TRABAJOS CON TRABAJOS DE SOLDADURA	METODOS
		NINGUNA	NINGUNA
GUSTAVO LARRARTE	CLIENTE	NO HAY QUE PERMITIR QUE LA ARENA SE MOJE	METODOS
		PERSONA ESPECIALIZADO PROFESIONAL	PERSONAL
		MANTENER EQUIPOS OPTIMOS Y MODERNOS	EQUIPOS
		DOCUMENTAR TODO EL PROCESO	METODOS
EDUARDO BUELVAS	CLIENTE	LA CUNA DE VARADA ES MUY BAJA	INFRAESTRUCTURA
		ACEPTAR LAS OBSERVACIONES DE LOS ARMADORES	OTRO
		EL LAVADO CON AGUA SE HACE A 3000 PSI DEBERIA SER A 6000 PSI	EQUIPOS
RICHARD PALENCIA	CLIENTE	DEBE HABER ALGUIEN QUE VELE POR LOS EQUIPOS	PERSONAL
		HAY QUE COORDINAR MAS CON EL CLIENTE, TENERLO INFORMADO Y COORDINAR CON LOS OTROS DEPARTAMENTOS	METODOS
ALFONSO GARCIA	CLIENTE	DEPARTAMENTO DE PINTURAS	METODOS
		SUPERVISION-CONTROL DE CALIDAD	METODOS
EDGAR CARDOZO MEZA	CASA DE PINTURAS	PREVALECE EL COMPROMISO ANTES QUE LA CALIDAD	OTRO
		MEJORAR LOS EQUIPOS	EQUIPOS
DIEGO ALBERTO ZAPATA LESMES	CASA DE PINTURAS	COORDINAR Y PROGRAMAR TAREAS	METODOS
		PUNTOS DE CONTROL	METODOS
		TAMIZADO DE ARENA	METODOS
		CREAR UN DEPARTAMENTO DE PINTURAS	METODOS

Tabla 29. Respuesta observación adicional del proceso

Al momento de agrupar por tipo de vinculación los resultados obtenidos al respecto del cuestionamiento de observaciones adicionales son los siguientes.

Para los empleados.

EMPLEADOS ASTIVIK		
ASOCIACION	OBSERVACION ADICIONAL	%
PERSONAL	3	50%
METODOS	2	33%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
INFRAESTRUCTURA	1	17%
TOTAL	6	100%

Tabla 30. Asociación empleados observación adicional sandblasting

Para los contratistas los resultados obtenidos son los siguientes.

CONTRATISTAS ASTIVIK		
ASOCIACION	OBSERVACION ADICIONAL	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	0	0%
EQUIPOS	2	100%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
INFRAESTRUCTURA	0	0%
TOTAL	2	100%

Tabla 31. Asociación contratistas observación adicional sandblasting

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de las observaciones realizadas por los clientes.

CLIENTES ASTIVIK		
ASOCIACION	OBSERVACION ADICIONAL	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	3	75%
EQUIPOS	0	0%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
INFRAESTRUCTURA	1	25%
TOTAL	4	100%

Tabla 32. Asociación clientes observación adicional sandblasting

Por último para los técnicos representantes de pinturas se observó la siguiente información.

TECNICOS REPRESENTANTES CASA DE PINTURAS		
ASOCIACION	OBSERVACION ADICIONAL	%
PERSONAL	0	0%
METODOS	1	50%
EQUIPOS	1	50%
MATERIALES	0	0%
OTROS	0	0%
INFRAESTRUCTURA	0	0%
TOTAL	2	100%

Tabla 33. Asociación técnicos casa de pinturas observación adicional sandblasting

Se puede decir que para los empleados el 50% de las observaciones van enfocadas hacia el personal, para los contratistas el 100% de la observaciones tienen que ver con los equipos, mientras para los clientes el 75% de las

observaciones realizadas están relacionadas con los métodos, por último para los técnicos representantes de las casas de pintura el 50% de las observaciones hacen referencia a los métodos.

En general se puede concluir que a pesar de existir diferentes percepciones del proceso de sandblasting por parte de los diferentes actores del mismo, es contundente que todos admiten que el proceso adolece de algunas debilidades que deben ser mejoradas y unas fortalezas que deben ser aprovechadas para aumentar su eficiencia, rendimiento y calidad

**5. EVALUACION DE LOS COMPONENTES DEL PROCESO DE
SANDBLASTING DENTRO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INDUSTRIAS
ASTIVIK S.A.**

Partiendo de la hipótesis de que el servicio de sandblasting es un proceso, se procedió a evaluar cada uno de los componentes de este buscando identificar posibles causas del problema. Se tuvo en cuenta que actualmente Astivik posee certificación en ISO 9001:2008, se revisaron los documentos del sistema de calidad para realizar este análisis.

Una vez evaluados los componentes de forma general del servicio de sandblasting, se evidenciaron los siguientes hallazgos.

ANALISIS PROCESO DE SANDBLASTING	
ITEM EVALUADO	HALLAZGO
RESPONSABLE DEL PROCESO	El responsable de proceso es el ingeniero Martín Cerro quien bajo su dirección tiene toda la operación de reparación, mantenimiento y construcción de embarcaciones
LIDER DEL PROCESO	Actualmente el proceso no tiene un líder
PROVEEDORES	Se detectaron los siguientes proveedores:
	Cliente (armador de la embarcación)
	Director de mantenimiento
	Director comercial/ ingenieros de presupuestos
	Director de seguridad
	Firmas contratistas/empleados firmas contratistas
	Operadores de compresores
	Almacén/compras
ENTRADAS	Arena Sinú
	Combustible
EQUIPOS	Tolvas
	Mangueras
	Compresores
	Boquillas
	Acoples

Tabla 34. Análisis proceso de sandblasting

ANALISIS PROCESO DE SANDBLATING	
ITEM EVALUADO	HALLAZGO
CLIENTES	Cliente (armador de la embarcación) Director comercial/ ingenieros de presupuestos
CARACTERIZACION	No se evidencio caracterización del proceso
PROCEDIMIENTOS	No se encontró procedimiento definido para la ejecución del proceso de sandblasting dentro del sistema de gestión de calidad, ni ningún otro documento que rijan el flujo del proceso
ESTANDARES	No se encontraron estándares ni sistema de estandarización que permita realizar comparaciones con otras empresas que presten el mismo servicio
PUNTOS DE MONITOREO	No se detectaron puntos de monitoreo a lo largo del proceso
PUNTOS DE CONTROL	El único punto de control es al final de proceso y es una inspección visual
PUNTOS DE EVALUACION	Solo se detectó evaluación de la firma del contratista donde con variables cualitativas propuestas por el departamento de calidad se detecta la percepción de la prestación del servicio por parte del departamento de operaciones. Esta se hace anualmente si la última calificación fue buena o semestralmente si fue regular siguiendo los estándares aprobados por las directivas
SALIDAS	El proceso es recibido por técnicos representantes de pintura que evalúan la calidad del sandblasting usando galgas comparativas para determinar si el proceso cumple o no los estándares requeridos, adicional verifica las condiciones atmosféricas antes de aplicación de las pinturas
PROGRAMACION DE TAREAS	El método utilizado actualmente para la programación es el concepto que genere el director de operaciones, no se sigue un parámetro objetivo y fijo.
TIEMPOS/HORARIOS	No están definidos horarios de trabajo, tiempos de alistamiento ni de descanso
MODO DE OPERACIÓN	No está establecido ningún modo de operación, a la fecha es aleatorio
ROLES	No están documentado los roles
TIPO DE PROCESO	Dentro del sistema de gestión de la calidad de Industrias Astivik S.A. no se encuentra descrito como proceso generador de valor.
INDICADORES	No hay indicadores escritos que muestren la eficiencia del proceso

Tabla 35 Análisis proceso de sandblasting (continuación)

5.1 INVENTARIO EQUIPOS Y ACCESORIOS

Dentro de la investigación se procedió a realizar un inventario de los equipos con los que cuenta la organización de tal forma que se pueda determinar la capacidad instalada con la que cuenta el proceso. La siguiente tabla muestra el inventario realizado.

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	Rotación (meses)
1	Compresor 1600 cfm	Und	1	120
2	Compresor 1100 cfm	Und	1	120
3	Compresor 750 cfm	Und	2	120
4	Compresor 600 cfm	Und	1	120
5	Mangueras de aire	m	96	8
6	Tolvas	Und	20	120
7	Mangueras sandblasting	m	633	8
8	Boquillas	Und	11	4
9	Cacos	Und	8	24

Tabla 36. Inventario de equipos Astivik S.A.

5.2 HALLAZGOS EN EL PROCESO

Una vez realizadas las entrevistas, el análisis de cada uno de los componentes del proceso y las visitas de campo se obtuvo la siguiente tabla en la que se muestran los diferentes hallazgos que pueden ser causa de la actual problemática presentada con el servicio de sandblasting.

ITEM	DESCRIPCIÓN HALLAZGO	CONSECUENCIAS	TIPO	FUENTE		
				ENTREVISTAS	ANÁLISIS PROCESO	VISITAS DE CAMPO
CONTRATISTAS	Se percibe revalidades personales entre los contratistas que prestan el servicio	Perdidas de tiempo con discusiones y falta de compañerismo	MÉTODOS			X
HORARIO TANQUEO COMPRESORES	No hay horarios para llenado debido a que no existe un procedimiento escrito	Falta de organización y por consiguiente retrasos en el proceso	MÉTODOS	X	X	X
HORARIO MOVILIZAR ARENA	No hay horario para movilizar arena debido a que no existe un procedimiento escrito	Falta de organización y por consiguiente retrasos en el proceso	MÉTODOS	X	X	X
MOVILIZACIÓN MANGUERAS	Las mangueras son pesadas para trasladarlas manualmente y no hay ayuda de ningún tipo de equipo rodante que ayude al traslado de las mismas hasta las diferentes posiciones donde se programe el trabajo	Retrasos en el alistamiento que se ven representados posteriormente en el rendimiento del proceso	MÉTODOS	X		X
PERSONAL EMPÍRICO	El mayor porcentaje de trabajadores de sandblasting es empírico por lo cual desconoce muchos estándares técnicos que comprometen los estándares de calidad del proceso de sandblasting	Reprocesos	M DE OBRA	X		X
FORMACIÓN TÉCNICA PERSONAL	Sandblasting del Caribe tiene 8 sandblasteros de los cuales solo 4 tienen formación técnica	Reprocesos	M DE OBRA			X
FORMACIÓN TÉCNICA PERSONAL	Ensemales SAS tiene 4 sandblasteros de los cuales ninguno tiene formación técnica	Reprocesos	M DE OBRA			X
TIPO DE PROCESO	Dentro del sistema de gestión de la calidad el sandblasting no es considerado como proceso	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	MÉTODOS		X	
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	Los sandblasteros trabajan sin escafandras ni líneas de aire	Accidentes de trabajo y no alcanzar los estándares de calidad requeridos	MAQUINARIA	X		X
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	La falta de programación hace que el proceso se haga poco estacionaria y por lo tanto todos los equipos tengan que moverse muy frecuentemente	Daños a los equipos a causa del exceso de movimiento y retrasos por que los traslados tienen que hacerse a diario	MÉTODOS			X
CALIDAD DE ARENA	No hay control interno ni externo de la calidad de arena	Disminución del rendimiento debido a la mala calidad de los materiales	MEDICIÓN	X		X
REGISTROS	No existe ninguna clase de registros de sandblasting	Falta de datos para comparar	MÉTODOS		X	X
FALTA DE COORDINACIÓN	No hay comunicación y coordinación o sinergia entre personal de operaciones y personal de mantenimiento	Torpeza en la ejecución del proceso debido a que no se tiene información en tiempo real de los estados de los equipos	M DE OBRA	X		X
LAVADO A PRESIÓN	El lavado con agua potable a presión no cumple los estándares de calidad requeridos por el cliente	Preparación inadecuada de la superficie	MÉTODOS			X
ANDAMIOS	No hay andamios con rodachines que faciliten el trabajo en altura	Demora en la ejecución del proceso	MAQUINARIA			X
SACADA ARENA DIQUES	No se limpia bien antes de pintar, se pinta mientras se saca la arena del dique	Incrustaciones de arena en la pintura fresca	MÉTODOS			X
MODOS DE OPERACIÓN	No están definidos los modos de operación, método de llenado de tolvas (tolva corrida, tolva única, etc.)	Falta de organización y por consiguiente retrasos en el proceso	MÉTODOS			X
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	No hay equipos para verificación de condiciones de aplicación de pinturas	Aplicación de pinturas con condiciones inadecuadas del medio ambiente	MAQUINARIA	X		X
CALIDAD SANDBLASTING	No hay galgas para verificar la calidad de sandblasting	La medición se hace por experticia del ingeniero de operaciones lo cual aumenta el error de la medición	MAQUINARIA			X

Tabla 37. Fuente de los hallazgos

ITEM	DESCRIPCIÓN HALLAZGO	CONSECUENCIAS	TIPO	FUENTE		
				ENTREVISTAS	ANÁLISIS PROCESO	VISITAS DE CAMPO
CALIDAD SANDBLASTING	No hay equipo para verificar perfil de andaje	La pintura es aplicada sin asegurar que la superficie tenga el grado de perfil de andaje requerido	MAQUINARIA			X
PROTECCION EQUIPOS	No se protegen los equipos de la intemperie y otros trabajos que puedan afectarles como el oxígeno, pinturas y el mismo sandblasting	Falla prematura de los equipos	MAQUINARIA	X		X
LIMPIEZA EQUIPOS	No se limpian los equipos una vez se usan	Falla prematura de los equipos	METODOS			X
VERIFICACION BOQUILLAS	No se calibran las boquillas de salida de sandblasting para verificar el estado de desgaste por abrasión	Perdida de presión a la salida de la boquilla y por consiguiente pérdida de rendimiento	METODOS	X		X
VALVULAS DE REGULACION	Las válvulas de regulación de arena en las tolvas no son las adecuadas, debido al alto costo en vez de utilizar las de seguridad apropiadas se utilizan unas de cierre rápido que cumplen la misma función pero no con la misma eficiencia	Falta de regulación adecuada en la salida de la tolva.	MAQUINARIA	X		X
TANQUEO DE COMPRESORES	El tanqueo de los compresores lo hace mantenimiento mientras que debería hacerlo almacén	Falta de control en las cantidades consumidas y por tanto en los costos del proceso	METODOS	X		X
TANQUEO DE COMPRESORES	El llenado de compresores se hace por gravedad	Retrasos en el alistamiento que se ven representados posteriormente en el rendimiento del proceso	METODOS	X		X
REPORTE DE FALLAS DURANTE OPERACION	No hay reporte de anomalías diarias por parte de los operadores a mantenimiento	Retrasos en la corrección de anomalías y por consiguiente en la prestación del servicio	METODOS	X		X
LIMPIEZA EQUIPOS	No se hace limpieza de las tolvas después de cada turno de trabajo	Taponamiento de la tolva a la hora de ser utilizada	METODOS	X		X
ESTADO DE TOLVAS	De 18 tolvas hay 13 que no tenían tapas	Taponamiento de la tolva a causa de ingreso de cuerpos extraños durante el proceso	MAQUINARIA	X		X
MOVILIZACION DE EQUIPOS	No se trasladan a tiempo al punto de trabajo, la arena, los compresores, andamios, mangueras, bingos (burro loco)	Retrasos en el alistamiento que se ven representados posteriormente en el rendimiento del proceso	METODOS			X
CONTROL SALIDA ARENA	No se tiene control sobre las cantidades de arena que físicamente salen del almacén	Falta de control en las cantidades consumidas y por tanto en los costos del proceso	METODOS			X
REMUNERACION TRABAJO EN ALTURA	Los trabajos en altura considerados de 1,5m hacia arriba no se paga sobrecargo por dificultad del proceso	Falta de motivación del contratista	M DE OBRA	X		
ARENA MOJADA	Se moja demasiada arena, no hay carpas para protegerla de la lluvia, una vez mojada hay un reproceso de secado que es costoso	Sobrecosto en el proceso	MEDICIÓN			X
CAPACITACION	No hay programa de capacitación	Falta de personal con conocimientos para cumplir con los estándares requeridos de calidad del proceso	M DE OBRA			X

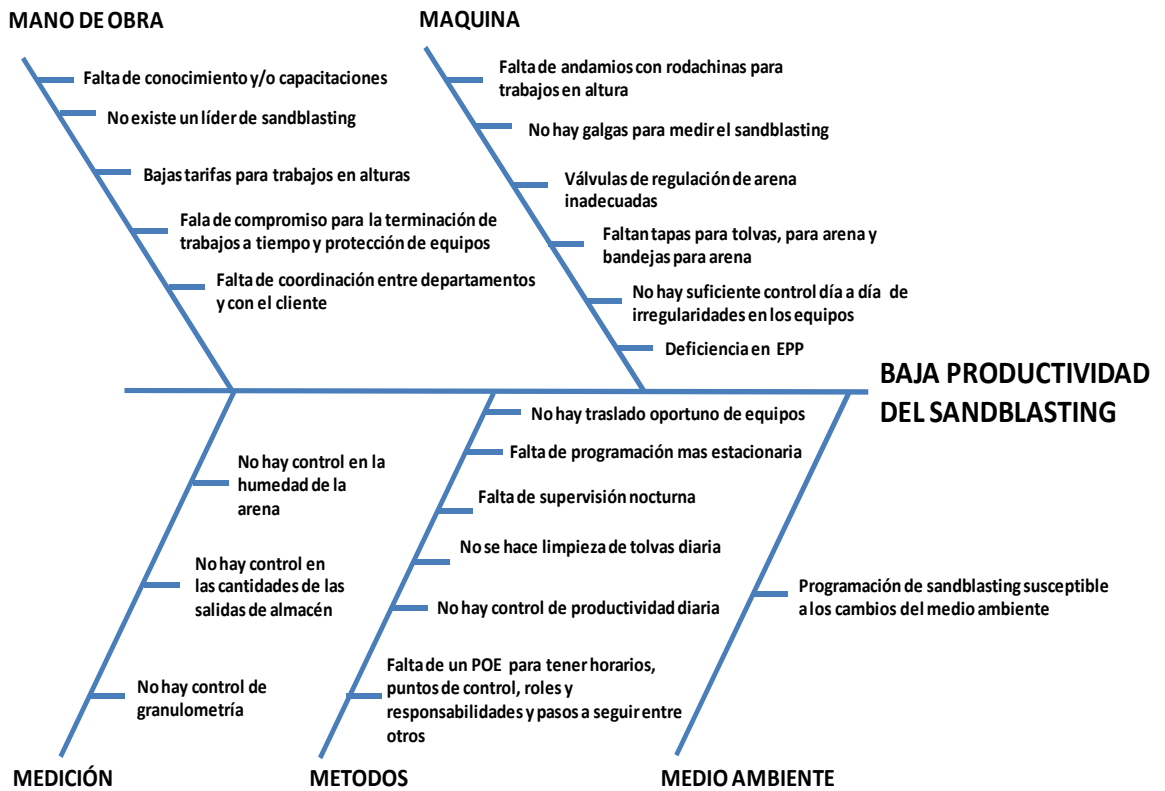
Tabla 38. Fuente de los hallazgos (continuación)

ITEM	DESCRIPCIÓN HALLAZGO	CONSECUENCIAS	TIPO	FUENTE		
				ENTREVISTAS	ANÁLISIS PROCESO	VISITAS DE CAMPO
SUPERVISION	No hay supervisión nocturna	No hay algun responsable que resuelva cualquier inconveniente que se presente y ademas controle los tiempos durante el proceso	METODOS	X		X
OPERADORES DE COMPRESOR	Los operadores de compresores apagan los equipos una vez son las 4:00 am, sin importar que no se haya terminado con el objetivo propuesto	En caso de retrasos en el proceso no logra condicir las horas de trabajo legales	M DE OBRA			X
DISTANCIA DE OPERACIÓN	LA DISTANCIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE SANDBLASTING ESTA ENTRE 20 m Y 130 m, DESDE LA SALIDA DE LA TOLVA HASTA LA BOUILLA	A mayor distancia de operación del chorro de sandblasting mayor las pérdidas e presión y por consiguiente menora la eficiencia.	METODOS		X	X
LIDER DEL PROCESO	No hay líder del proceso	No se hace la organización del proceso como tal	METODOS		X	
CARACTERIZACION DEL PROCESO	No se evidencio caracterización del proceso	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
PROCEDIMIENTOS	No se evidenciaron procedimientos	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
ESTANDARES	No se evidenciaron estándares	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
PUNTOS DE MONITOREO	No se evidenciaron puntos de monitoreo	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
PUNTOS DE CONTROL	Solo se evidencia punto de control al final de proceso, inspección visual	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
PUNTOS DE EVALUACION	Solo se evidencia evaluación semestral o anual de contratistas	Falta de control mas riguroso en la calidad de la prestación de servicio	METODOS		X	
PROGRAMACION DE TAREAS	No se detectó método de programación de tareas	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	
ROLES	No están definidos los roles de cada persona que interviene en el proceso	Falta de estandarización, organización y puntos de control que generan retrasos y reprocesos	METODOS		X	X

Tabla 39 Fuente de los hallazgos (continuación)

6. CONSOLIDACIÓN DE HALLAZGOS PROCESO DE SANDBLASTING EN INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.

Una vez procesados los resultados de las entrevistas, realizado el análisis del proceso y las visitas de campo, se procedió a utilizar una de las antiguas herramientas de calidad, el diagrama de Ishikawa fue hecho teniendo en cuenta las tablas 34 y 35. A continuación se ilustra el diagrama levantado.



Gráfica 7. Diagrama Ishikawa para proceso sandblasting de Astivik S.A.

7. ANALISIS OEE (OVERALL EQUIPEMENT EFFECTIVENESS)

En la siguiente tabla se mostrará la capacidad, teniendo como referencia el recurso más crítico que son los equipos compresores de aire que se utilizan para la realización del trabajo.

CAPACIDAD INSTALADA					
Ítem	Descripción	Cfm dado	Cfm/chorro SA*	Cant chorros ideal SA	Aproximado**
1	Compresor 1600	1600	300	5,3	5,0
2	Compresor 1100	1100	300	3,7	3,0
3	Compresor 750-1	750	300	2,5	2,0
4	Compresor 750-2	750	300	2,5	2,0
				Total No chorros	12,0

Nota: La columna de cantidad de chorros ideal es la división de Cfm dado por Cfm/chorro SA

* Información tomada de tablas de rendimiento de equipos del fabricante

** Se utiliza el aproximados por que el numero de chorros o boquillas que se utilizan tiene que ser enteros, y se aproxima al menor debido a que la capacidad del equipo no puede ser aumentada.

Tabla 40. Capacidad instalada

Se puede observar que la capacidad instalada máxima de la empresa en el proceso de sandblasting es de 12 chorros o boquillas por turno nocturno, si se multiplica este número de chorros por el rendimiento promedio de 70 m²/boquilla se tiene que Industrias Astivik S.A. tiene una capacidad instalada de 840 m²/turno.

Luego de hallar la capacidad instalada del proceso, se procede a buscar la eficiencia, calidad y disponibilidad, de esta manera calcular el OEE y saber realmente el estado del proceso. Se comienza por hallar la eficiencia del proceso así:

EFICIENCIA COMPRESORES						
Ítem	Descripción	Cfm dado	Cfm/chorro SA	Cant chorros ideal SA	Cantidad utilizada real	Eficiencia
1	Compresor 1600	1600	300	5,3	4	75%
2	Compresor 1100	1100	300	3,7	3	82%
3	Compresor 750-1	750	300	2,5	2	80%
4	Compresor 750-2	750	300	2,5	2	80%
EFICIENCIA PROMEDIO						79%

Nota: No se tienen datos de eficiencia del proceso como tal, debido a que en la actualidad no se están tomando estos datos, por lo que se hace necesario trabajar con la eficiencia de los equipos como parámetro de inicio hasta que se tengan datos históricos para hacer los cálculos.

Tabla 41. Eficiencia compresores

Para el cálculo de la eficiencia se tomaron las capacidades de diseño de los compresores y las capacidades reales utilizadas en cada uno de los equipos (debido al estado actual de los compresores la capacidad máxima utilizada no es la misma que la capacidad de diseño, si se intenta alcanzar la capacidad de diseño la presión de salida no sería la necesaria y los equipos automáticamente se apagarían) a lo cual se le sacó un porcentaje de utilización y se denominó eficiencia.

De acuerdo con la tabla de eficiencia se obtiene que la eficiencia promedio de los equipos de sandblasting es de 79% (eficiencia del sistema). Ver nota anterior.

Luego se calcula la calidad del sistema, esta se obtiene de la tabla de productos conformes y no conformes según los reclamos recibidos por los clientes de la siguiente manera:

INDICE DE CALIDAD	
TOTAL EMBARCACIONES ATENDIDAS	175
TOTAL EMBARCACIONES CON APLICACIÓN DE SANDBLASTING	155
PRODUCTOS NO CONFORME SANDBLASTING (PNC)	5
INDICE DE CALIDAD	97%

Tabla 42. Índice calidad

Esta tabla muestra como resultado que la calidad del servicio es aproximadamente de un 97%.

A continuación se procede a calcular la disponibilidad del servicio, este es un tema que para el estudio realizado en este trabajo será tomado como la disponibilidad de los equipos de compresión de aire debido a que realmente en la prestación de servicio es la única limitante, es decir es el cuello de botella. Así que la disponibilidad del proceso quedaría de la siguiente forma:

DISPONIBILIDAD COMPRESORES						
Ítem	Descripción	No chorro ideal	No chorro programado	No fallas periodo*	Periodo*	Disponibilidad
1	Compresor 1600	5	4	16,0	535	97%
2	Compresor 1100	3	3	19,0	535	96%
3	Compresor 750-1	2	1	84,0	535	84%
4	Compresor 750-2	2	1	206,0	535	61%
Disponibilidad promedio						85%

* Datos tomados de libros de mantenimiento

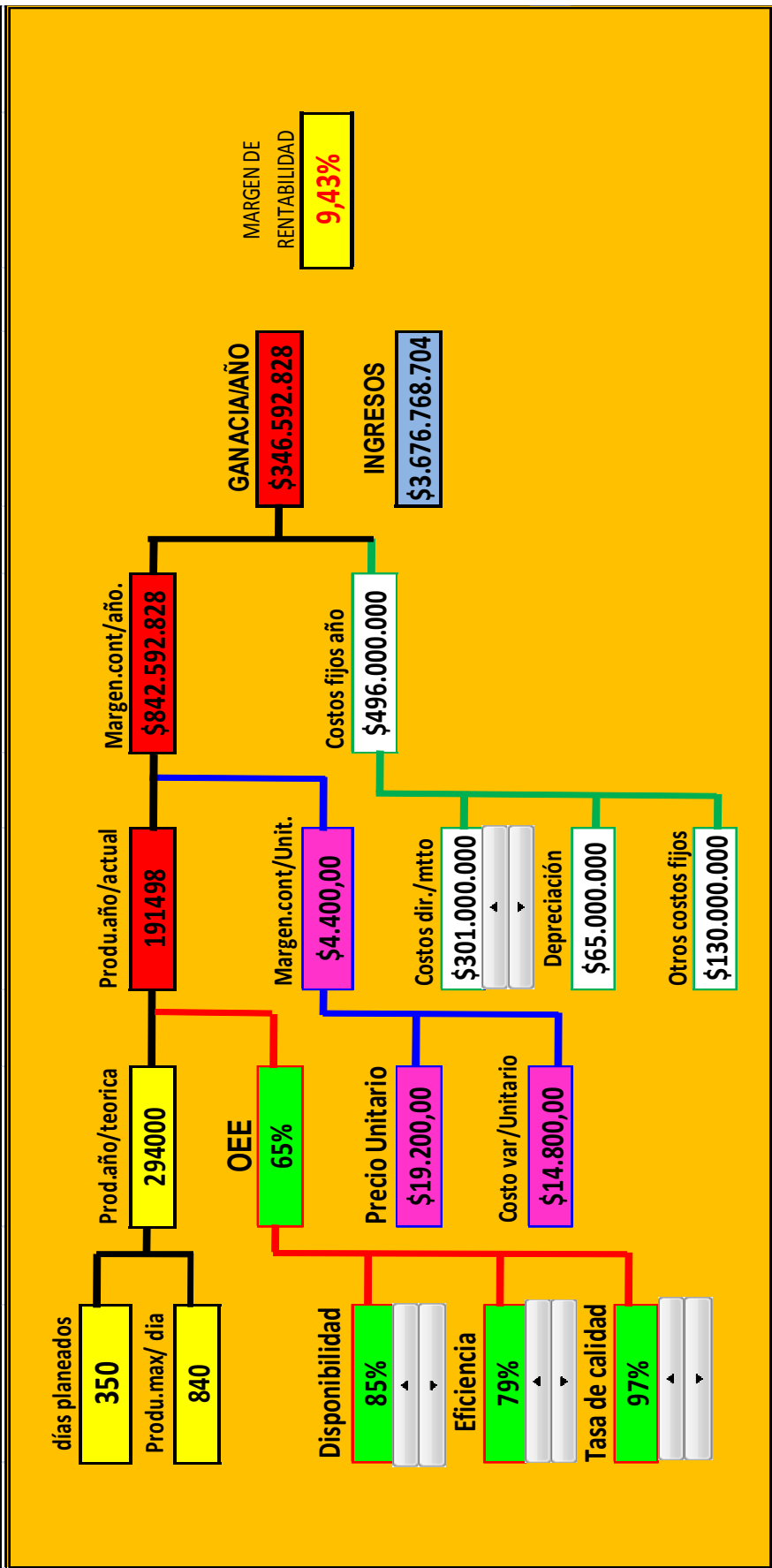
Tabla 43. Disponibilidad compresores

Se puede identificar en la tabla que la disponibilidad promedio es de 85%, la cual se tomará como la disponibilidad que se tiene para la prestación del servicio. Luego de tener estos tres indicadores ya calculados, se continuó con el cálculo del OEE que es simplemente la multiplicación de los tres anteriores datos.

$$\text{OEE} = \text{Eficiencia} \times \text{Calidad} \times \text{Disponibilidad} = 79\% \times 97\% \times 85\% = 65\%$$

Con los anteriores datos y los de costos dados por el departamento de financiera se puede ahora hacer la evaluación de la rentabilidad del proceso así:

ANÁLISIS DE IMPACTO ECONOMICO DE LA CONFIABILIDAD



Gráfica 8. Análisis de impacto económico de la confiabilidad

En la tabla previa se puede ver que la rentabilidad después de deducir todos los costos, tanto de producción como de mantenimiento está arrojando un aproximado de 9,43% lo que para los estándares de la empresa que como se mencionó anteriormente en este mismo trabajo va de un 11% a 12% no es suficiente, por lo tanto es necesario buscar métodos o alternativas que ayuden a ser más eficiente el proceso de sandblasting.

8. ANALISIS DE WEIBULL

A continuación se hará el análisis de confiabilidad de Weibull a todos los equipos de compresión enumerados en la tabla de inventario de equipos que hacen parte del proceso de sandblasting de Astivik S.A.

Como primera medida se debe buscar y organizar los datos de fallas de los equipos, lo cual se muestra a continuación en las tablas de la número 44 a la 47.

COMPRESOR 750-1

FALLAS	ESTADO DEL EQUIPO	INICIA		FINALIZA		TEMPO NO OPERANDO (TFS)	TEMPO OPERANDO (TFS)	TEMPO OPERANDO (TS)	TEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)	DIAS CALENDARIO
		FECHA CALENDARIO	FECHA CALENDARIO	FECHA CALENDARIO	FECHA CALENDARIO					
1	Fuera de servicio	01/10/2010	30/11/2010			60,00			TBF	60,00
	Operando	30/11/2010	16/12/2010				16,00			16,00
2	Fuera de servicio	16/12/2010	17/12/2010			1,00			76	1,00
	Operando	17/12/2010	04/01/2011				18,00			18,00
3	Fuera de servicio	04/01/2011	08/01/2011			4,00			19	4,00
	Operando	08/01/2011	09/03/2011				60,00			60,00
4	Fuera de servicio	09/03/2011	11/03/2011			2,00			64	2,00
	Operando	11/03/2011	12/04/2011				32,00			32,00
5	Fuera de servicio	12/04/2011	15/04/2011			3,00			34	3,00
	Operando	15/04/2011	13/09/2011				151,00			151,00
6	Fuera de servicio	05/05/2011	13/05/2011			8,00			154	8,00
	Operando	13/05/2011	20/05/2011				7,00			7,00
7	Fuera de servicio	20/05/2011	22/05/2011			2,00			15	2,00
	Operando	22/05/2011	30/08/2011				100,00			100,00
8	Fuera de servicio	30/08/2011	01/09/2011			2,00			102	2,00
	Operando	01/09/2011	12/09/2011				11,00			11,00
9	Fuera de servicio	12/09/2011	13/09/2011			1,00			13	1,00
	Operando	13/09/2011	09/11/2011				57,00			57,00
10	Fuera de servicio	09/11/2011	10/11/2011			1,00			58	1,00
	Operando	13/09/2011								
						84	452		535	
						8,4				536
							50,2			89
									59	
										0,000121351

ISO 14224 Depending of the interest of the user, only a part of the down time may be considered. Extra delays due to required external resources other than aintenance resources may be excluded from the estimation in order to perform a more intrinsic

estimation like:
 $AI = MTTT/MTTF + MTTR$

Tabla 44. Datos de falla compresor 750-1

COMPRESOR 750-2

FALLAS	ESTADO DEL EQUIPO	INICIA		FINALIZA		TIEMPO NO OPERANDO (TFS)		TIEMPO OPERANDO (TS)		TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)		DIAS CALENDARIO	
		FECHA CALENDARIO		FECHA CALENDARIO		TTR		TTF		TBF		TS+TFS	
1	Fuera de servicio	18/10/2010		25/10/2010		7,00						7,00	
	Operando	25/10/2010		07/11/2010				13,00				13,00	
2	Fuera de servicio	07/11/2010		10/11/2010		3,00				20		3,00	
	Operando	10/11/2010		29/01/2011				80,00				80,00	
3	Fuera de servicio	29/01/2011		30/01/2011		1,00				83		1,00	
	Operando	30/01/2011		17/05/2011				107,00				107,00	
4	Fuera de servicio	17/05/2011		19/05/2011		2,00				108		2,00	
	Operando	19/05/2011		09/07/2011				51,00				51,00	
5	Fuera de servicio	09/07/2011		11/07/2011		2,00				53		2,00	
	Operando	11/07/2011		20/07/2011				9,00				9,00	
6	Fuera de servicio	20/07/2011		16/08/2011		27,00				11		27,00	
	Operando	16/08/2011		12/09/2011				27,00				27,00	
7	Fuera de servicio	12/09/2011		15/11/2011		64,00				54		64,00	
												-	
										64		-	
							106	287		393			
<p>ISO 14224 Depending of the interest of the user, only a part of the down time may be considered. Extra delays due to required external resources other than aintenance resources may be excluded from the estimation in order to perform a more intrinsic estimation like: AI = MTTF/MTTF+ MTTR</p>		MTTR				15,1						393	
		MTTF						47,8				66	
		MTBF									56		
		R(CONFIBILIDAD)										0,0000911882	

Tabla 45. Datos de falla compresor 750-2

COMPRESOR 1100

FALLAS	ESTADO DEL EQUIPO	INICIA		FINALIZA		TIEMPO NO OPERANDO (TFS)		TIEMPO OPERANDO (TS)		TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)		DIAS CALENDARIO	
		FECHA CALENDARIO	FECHA CALENDARIO	TTR	TTF	TBF	TS+TFS						
1	Fuera de servicio	04/10/2010	07/10/2010	3,00			3,00				3,00		
2	Operando	07/10/2010	08/10/2010					1,00			1,00		
	Fuera de servicio	08/10/2010	11/10/2010	3,00			3,00			4	3,00		
	Operando	11/10/2010	14/02/2011					126,00			126,00		
3	Fuera de servicio	14/02/2011	18/02/2011	4,00			4,00			129	4,00		
	Operando	18/02/2011	18/04/2011					59,00			59,00		
4	Fuera de servicio	18/04/2011	27/04/2011	9,00			9,00			63	9,00		
	Operando	27/04/2011											
5	Fuera de servicio												
	Operando												
6	Fuera de servicio												
							19	186		196			
				MTTR			4,8				205		
				MTTF				62,0			34		
				MTBF						65			
				R(CONFIBILIDAD)							0,043380073		

ISO 14224 Depending of the interest of the user, only a part of the down time may be considered. Extra delays due to required external resources other than aintenance resources may be excluded from the estimation in order to perform a more intrinsic estimation like:

$$AI = MTTF/MTTF + MTTR$$

Tabla 46. Datos de falla compresor 1100

COMPRESOR 1600

FALLAS	ESTADO DEL EQUIPO	INICIA		FINALIZA		TIEMPO NO OPERANDO (TFS)		TIEMPO OPERANDO (TS)		TIEMPO ENTRE FALLAS (DIAS)		DIAS CALENDARIO	
		FECHA CALENDARIO	FECHA CALENDARIO	TTR	TTF	TBF	TS+TFS						
1	Fuera de servicio	05/10/2010	07/10/2010	2,00							2,00		
	Operando	07/10/2010	14/10/2010			7,00					7,00		
2	Fuera de servicio	14/10/2010	15/10/2010	1,00						9	1,00		
	Operando	15/10/2010	03/11/2010			19,00					19,00		
3	Fuera de servicio	03/11/2010	04/11/2010	1,00						20	1,00		
	Operando	04/11/2010	03/12/2010			29,00					29,00		
4	Fuera de servicio	03/12/2010	06/12/2010	3,00						30	3,00		
	Operando	06/12/2010	06/01/2011			31,00					31,00		
5	Fuera de servicio	06/01/2011	07/01/2011	1,00						34	1,00		
	Operando	07/01/2011	25/03/2011			77,00					77,00		
6	Fuera de servicio	19/03/2011	20/03/2011	1,00						78	1,00		
	Operando	20/03/2011	24/03/2011			4,00					4,00		
7	Fuera de servicio	24/03/2011	25/03/2011	1,00						5	1,00		
	Operando	25/03/2011	05/04/2011			11,00					11,00		
8	Fuera de servicio	05/04/2011	11/04/2011	6,00						12	6,00		
	Operando	25/03/2011											
				16		178				188			
				2,0								194	
						25,4						32	
										27			
												0,000729315	

ISO 14224 Depending of the interest of the user, only a part of the down time may be considered. Extra delays due to required external resources other than aintenance resources may be excluded from the estimation in order to perform a more intrinsic estimation like:
 AI = MTTF/MTTF+ MTTR

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{MTBF}\right)}$$

Tabla 47. Datos de falla compresor 1600

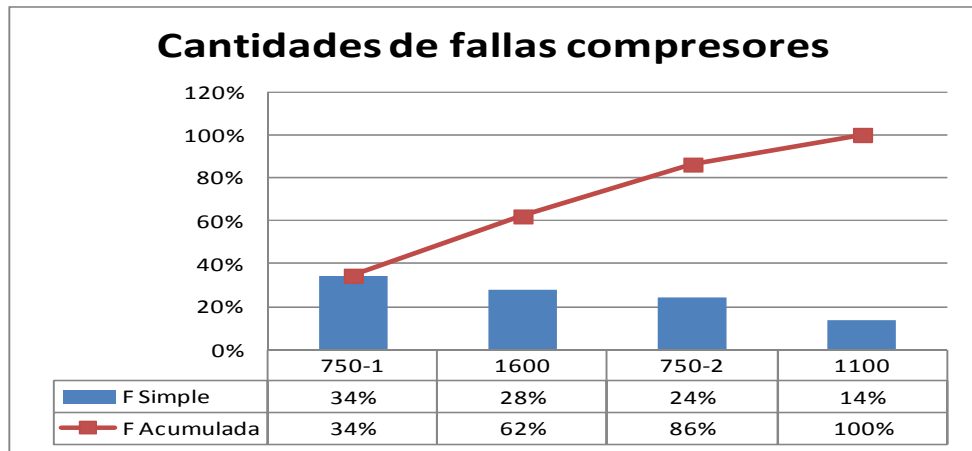
En las tablas anteriores se muestran los datos de fallas de los compresores 750-1, 750-2, 1100 y 1600. Con estos datos de fallas se puede calcular los tiempos medios entre fallas (MTBF), tiempos medios de reparación (MTTR) y tiempo medio para fallar (MTTF). Estos datos ya organizados permite hacer un mejor análisis de la situación de los equipos usados en la operación, a continuación será usado el diagrama de paretto para visualizar de forma más clara donde está ubicado el problema.

Compresor	No Fallas	Acumulado
750-1	10	10
1600	8	18
750-2	7	25
1100	4	29

Tabla 48. Número de fallas compresores

Compresor	F Simple	F Acumulada
750-1	34%	34%
1600	28%	62%
750-2	24%	86%
1100	14%	100%

Tabla 49. Frecuencia cantidad de fallas compresores



Gráfica 9. Pareto cantidad de fallas compresores

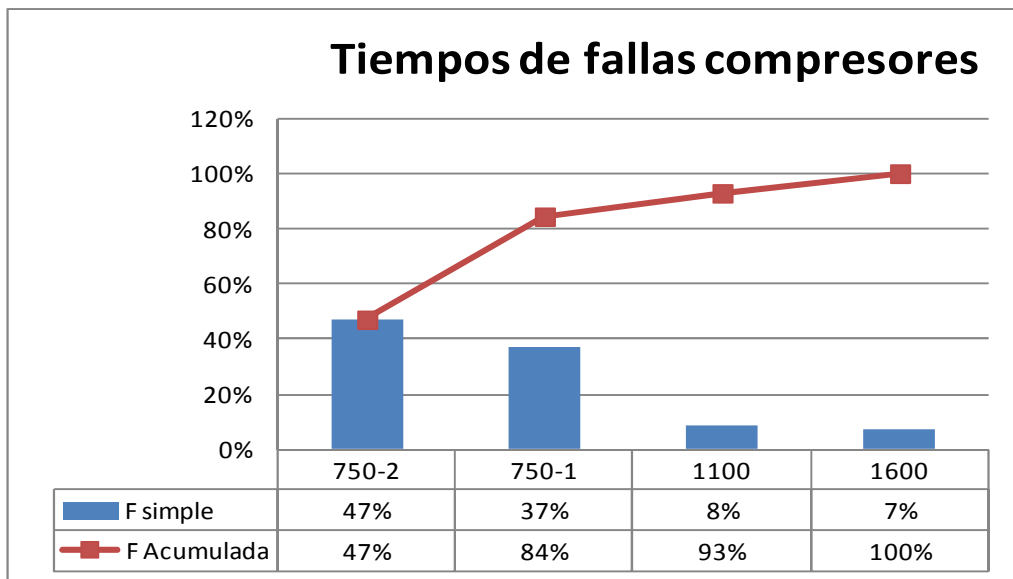
En los datos del análisis anterior se trabajó con la cantidad de fallas en el periodo de tiempo evaluado, dando como resultado que el equipo que presenta más problemas es el compresor 750-1, siguiéndolo el compresor 1600, luego el 750-2 y por último el compresor 1100. Ahora se hará el mismo trabajo pero utilizando los datos de tiempos para reparar (TTR).

Compresor	Tiempo Fallas	Acumulado
750-2	106	106
750-1	84	190
1100	19	209
1600	16	225

Tabla 50. Tiempo de fallas compresores

Compresor	F simple	F Acumulada
750-2	47%	47%
750-1	37%	84%
1100	8%	93%
1600	7%	100%

Tabla 51. Frecuencia tiempo de fallas compresores



Gráfica 10. Pareto tiempos de fallas compresores

De este nuevo análisis basado en los tiempos para reparar se puede observar que el equipo con la mayor criticidad es el compresor 750-2, seguido por los compresores 750-1, 1100 y 1600 en su respectivo orden. Comparando los dos análisis y siguiendo las políticas de la empresa es consecuente decir que el equipo más crítico es el 750-2, debido a que a pesar de ser uno de los que posee menos capacidad, es el que más tiempo demora fuera de servicio y en este tipo de negocios lo que prima es la disponibilidad del equipo para realizar el trabajo.

Independientemente de la pasada conclusión, para efectos de una mayor cobertura del trabajo se hará el análisis de confiabilidad a todos los equipos.

Siguiendo con esto, se mostrarán los cálculos para obtener la confiabilidad de los compresores.

8.1 Compresor 750-1

Como primero se organizan los datos de fallas (TBF) en forma ascendente y mediante las siguientes formulas se calculan los demás datos.

$$x_i = \ln(T_i)$$

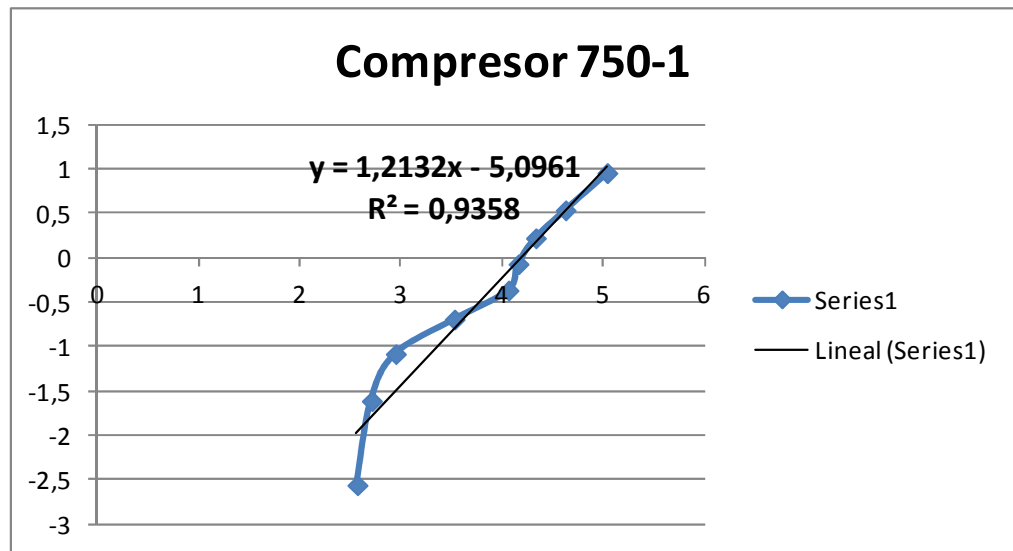
$$y_i = \ln \{ -\ln[1 - F(T_i)] \}$$

$$MR\% \sim \frac{i - 0.3}{N + 0.4} \cdot 100$$

No	TBF	MR o F(T)	Yi	Xi
1	13,00	7,45%	-2,55894082	2,564949357
2	15,00	18,09%	-1,61199438	2,708050201
3	19,00	28,72%	-1,08292942	2,944438979
4	34,00	39,36%	-0,69266027	3,526360525
5	58,00	50,00%	-0,36651292	4,060443011
6	64,00	60,64%	-0,07001818	4,158883083
7	76,00	71,28%	0,22110781	4,330733334
8	102,00	81,91%	0,53654099	4,624972813
9	154,00	92,55%	0,95450503	5,036952602

Tabla 52. Cálculos Weibull compresor 750-1

Luego se grafica los datos Y_i y X_i de la tabla para hallar posteriormente la línea de tendencia con su respectiva fórmula de tendencia que sigue la forma $y = a + bx$. La gráfica quedaría de la siguiente manera.



Gráfica 11. Datos Y_i y X_i compresor 750-1

Después de tener los valores de la fórmula se dispone a hallar el valor de η el cual servirá para posteriores cálculos. Este se halla mediante la siguiente fórmula que está en función de las variables a y b de la ecuación de línea de tendencia antes hallada.

$$\eta = e^{\frac{a}{-\beta}}$$

$$\eta = 66,73$$

Con todos estos datos se procede a hacer el cálculo de confiabilidad siguiendo las siguientes fórmulas. Cabe aclarar que la confiabilidad de los equipos va

disminuyendo conforme va pasando el tiempo, por eso se hace debe hacer el cálculo para diferentes periodos de tiempo como se muestra a continuación.

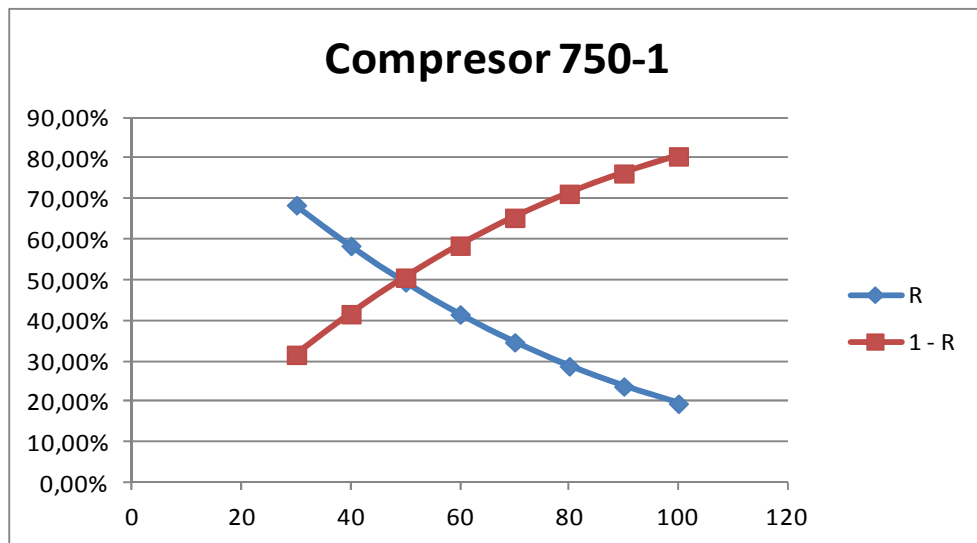
Donde R es confiabilidad, T - γ es el tiempo a evaluar y las otras variables ya conocidas.

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

Tiempo evaluado	R	1 - R
30	68,45%	31,55%
40	58,42%	41,58%
50	49,43%	50,57%
60	41,52%	58,48%
70	34,65%	65,35%
80	28,76%	71,24%
90	23,75%	76,25%
100	19,52%	80,48%

Tabla 53. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-1

Ahora se grafican los datos obtenidos para tener una mejor perspectiva del estado del equipo.



Gráfica 12. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-1

Se puede observar que este equipo a los treinta periodos de trabajo tiene una confiabilidad del 68,45% o bien una posibilidad de falla de 31,55%, la cual va desmejorando conforme pasa el tiempo como es de esperarse.

Teniendo ya los datos de confiabilidad del equipo se procede a hallar el MTBF con su desviación estándar para así tener parámetros que sirvan para la programación de mantenimiento entre otras utilidades.

Estos valores se hallan mediante los valores de b y de η primero utilizando la tabla que se muestra a continuación.

LEY DE WEIBULL:

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right]$$

$$MTBF = m = E(t) = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$\sigma^2 = \eta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]$$

β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η	β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	101	$\sqrt{\frac{201 - (101)^2}{1901}}$	2,1	0,8857	0,44
0,2	120		1901	2,2	0,8856
0,3	9,2605	47	2,3	0,8859	0,41
0,4	3,3234	10,43	2,4	0,8865	0,39
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,38
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,37
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,36
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,34
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,33
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,32
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,31
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,30
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,29
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,28
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,27
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,26
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,25
1,9	0,8874	0,485			

Tabla 54. MTBF y desviación estándar Weibull

En la tabla se identifica en la columna β el valor de b que se hallará en la fórmula de la línea de tendencia del compresor 750-1, si no está directamente el valor que se necesita, entonces se utilizan el dato superior e inferior que aparezca en la tabla para interpolar y así obtener los datos de m/η y σ/η . Una vez obtenido estos valores simplemente se despejan a m (MTBF) y σ (desviación estándar). Para este equipo los cálculos quedarían de la siguiente forma.

b	m/n	p/n
1,2	0,9407	0,785
1,21	0,93898	0,7781
1,3	0,9235	0,716

Tabla 55. MTBF y desviación estándar compresor 750-1

MTBF = 62.65 y Desv.Est = 51.92, en estos datos se muestra que los resultados obtenidos no son demasiado confiables debido a que su desviación estándar es demasiado alta comparándola con el tiempo medio entre fallas.

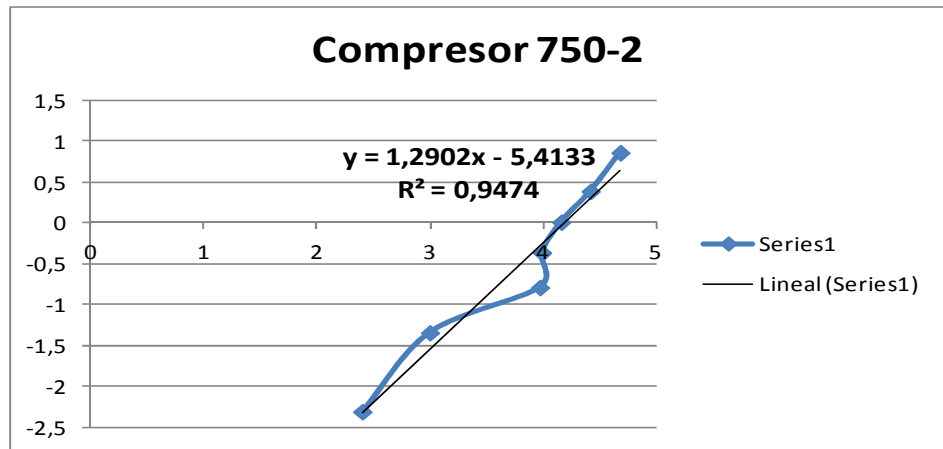
Para los demás equipos se siguen los mismos pasos hechos con el compresor 750-1, al realizar los respectivos cálculos se muestran los siguientes resultados.

8.2 Compresor 750-2

Primero se organizan los datos de falla en una tabla y se calculan los valores de Y_i y X_i .

No	TBF	MR o F(T)	Y_i	X_i
1	11,00	9,459%	-2,30888013	2,397895273
2	20,00	22,973%	-1,3431819	2,995732274
3	53,00	36,486%	-0,78983983	3,970291914
4	54,00	50,000%	-0,36651292	3,988984047
5	64,00	63,514%	0,00819456	4,158883083
6	83,00	77,027%	0,38584165	4,418840608
7	108,00	90,541%	0,85787951	4,682131227

Tabla 56. Cálculos Weibull compresor 750-2



Gráfica 13. Datos Yi y Xi compresor 750-2

A continuación se grafican los datos y se halla la ecuación de la línea de tendencia.

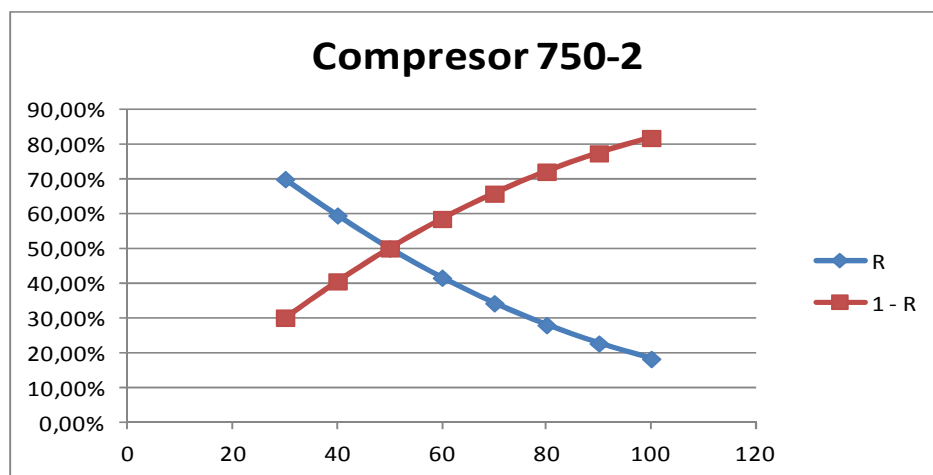
$$\eta = 66,39$$

Luego mediante las ecuaciones se obtienen los datos de confiabilidad y no confiabilidad del equipo en función del tiempo y los resultados se tabulan como se muestra a continuación.

Tiempo evaluado	R	1 - R
30	69,85%	30,15%
40	59,45%	40,55%
50	49,98%	50,02%
60	41,58%	58,42%
70	34,28%	65,72%
80	28,03%	71,97%
90	22,75%	77,25%
100	18,34%	81,66%

Tabla 57. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-2

Se procede a graficar los datos de la tabla previa.



Gráfica 14. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 750-2

Se puede observar que este equipo a los treinta periodos de trabajo tiene una confiabilidad del 69,85% o bien una posibilidad de falla de 30,15%.

Se procede a calcular el tiempo medio entre fallas y la desviación estándar utilizando la tabla de la ley de Weibull previamente mostrada.

b	m/n	p/n
1,2	0,9407	0,785
1,29022	0,92518196	0,72274738
1,3	0,9235	0,716

Tabla 58. MTBF y desviación estándar compresor 750-2

MTBF = 61.42 y DesvEst = 47.98, los datos son un poco más confiables que los del equipo anterior, sin embargo todavía son demasiado imprecisos.

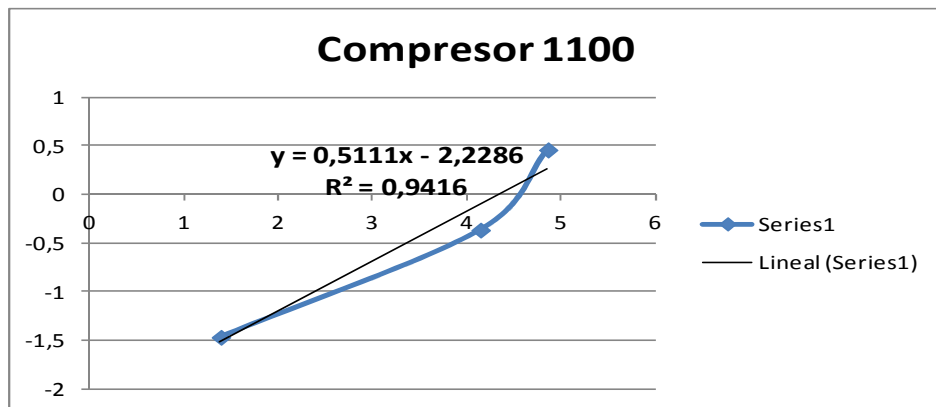
8.3 Compresor 1100

Primero se organizan los datos de falla en una tabla y se calculan los valores de Y_i y X_i .

No	TBF	MR o F(T)	Y_i	X_i
1	4,00	20,588%	-1,46740178	1,386294361
2	63,00	50,000%	-0,36651292	4,143134726
3	129,00	79,412%	0,45770985	4,859812404

Tabla 59. Cálculos Weibull compresor 1100

A continuación se grafican los datos y se halla la ecuación de la línea de tendencia.



Gráfica 15. Datos Y_i y X_i compresor 1100

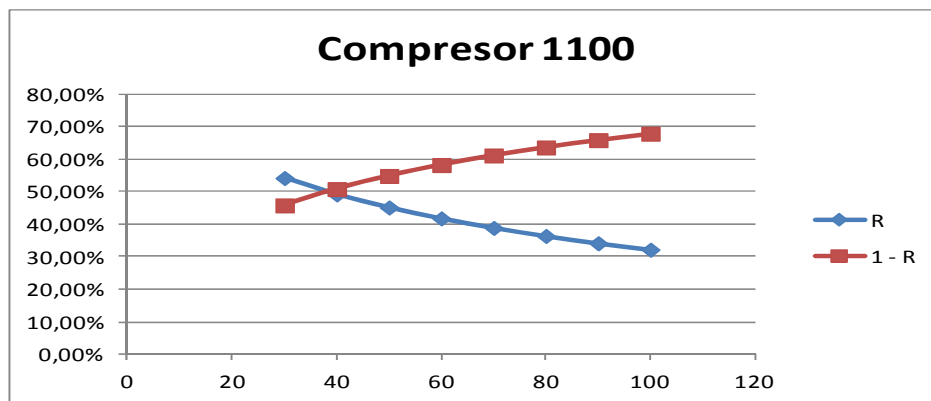
$$\eta = 78,31$$

Luego mediante las ecuaciones se obtiene los datos de confiabilidad y no confiabilidad del equipo en función del tiempo y los resultados se tabulan como se muestra a continuación.

Tiempo evaluado	R	1 - R
30	54,20%	45,80%
40	49,19%	50,81%
50	45,15%	54,85%
60	41,78%	58,22%
70	38,90%	61,10%
80	36,39%	63,61%
90	34,18%	65,82%
100	32,20%	67,80%

Tabla 60. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 1100

Se procede a graficar los datos de la tabla anterior



Gráfica 16. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 1100

Se puede observar que este equipo a los treinta periodos de trabajo tiene una confiabilidad del 54,20% o bien una posibilidad de falla de 45,80%.

Se procede a calcular el tiempo medio entre fallas y la desviación estándar utilizando la tabla de la ley de Weibull antes mostrada.

b	m/n	p/n
0,5	2	4,472
0,51105	1,94524702	4,27007489
0,6	1,5046	2,645

Tabla 61. MTBF y desviación estándar compresor 1100

MTBF = 152.33 y DesvEst = 334.40, los datos son mucho menos confiables que los obtenidos en los otros dos equipos ya evaluados.

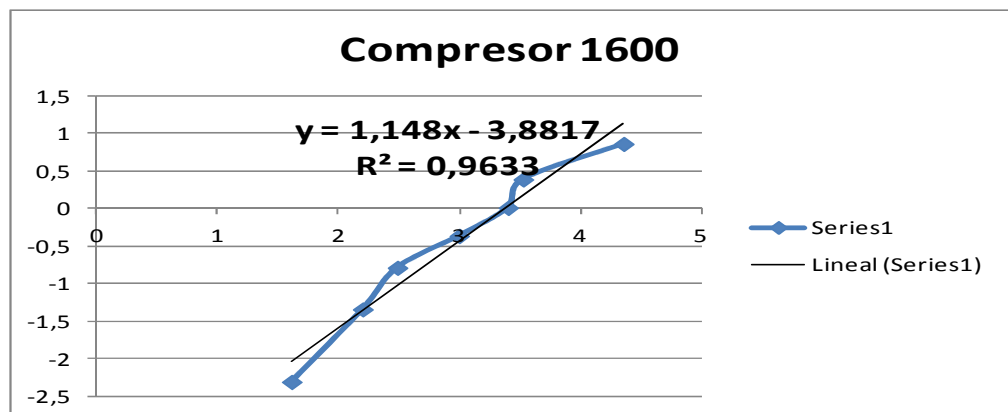
8.4 Compresor 1600

Primero se organizan los datos de falla en una tabla y se calculan los valores de Y_i y X_i .

No	TBF	MR o F(T)	Y_i	X_i
1	5,00	9,459%	-2,30888013	1,609437912
2	9,00	22,973%	-1,3431819	2,197224577
3	12,00	36,486%	-0,78983983	2,48490665
4	20,00	50,000%	-0,36651292	2,995732274
5	30,00	63,514%	0,00819456	3,401197382
6	34,00	77,027%	0,38584165	3,526360525
7	78,00	90,541%	0,85787951	4,356708827

Tabla 62. Cálculos Weibull compresor 1600

A continuación se grafican los datos y se halla la ecuación de la línea de tendencia.



Gráfica 17. Datos Y_i y X_i compresor 1600

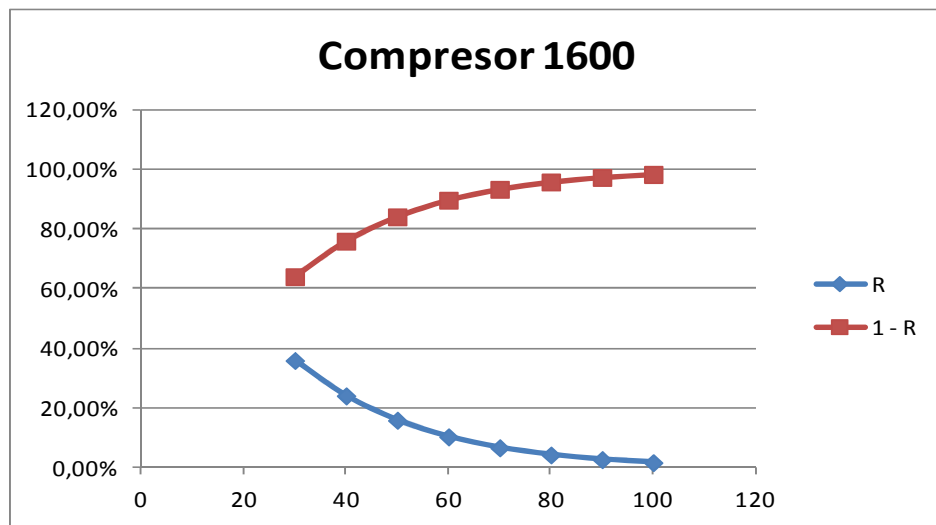
$$\eta = 29,41$$

Luego mediante las ecuaciones se obtienen los datos de confiabilidad y no confiabilidad del equipo en función del tiempo y los resultados se tabulan como se muestra a continuación.

Tiempo evaluado	R	1 - R
30	35,95%	64,05%
40	24,09%	75,91%
50	15,90%	84,10%
60	10,36%	89,64%
70	6,68%	93,32%
80	4,27%	95,73%
90	2,70%	97,30%
100	1,70%	98,30%

Tabla 63. Confiabilidad y no confiabilidad compresor 1600

Se procede a graficar los datos de la tabla previa.



Gráfica 18. Datos confiabilidad y no confiabilidad compresor 1600

Se puede observar que este equipo a los treinta periodos de trabajo tiene una confiabilidad del 35,95% o bien una posibilidad de falla de 64,05%.

Se procede a calcular el tiempo medio entre fallas y la desviación estándar utilizando la tabla de la ley de Weibull anteriormente mostrada.

b	m/n	p/n
1,1	0,0649	0,878
1,15	0,5028	0,8315
1,2	0,9407	0,785

**Tabla 64. MTBF y desviación estándar
compresor 1600**

MTBF = 14.78 y DesvEst = 24.45, los datos son mucho menos confiables que los obtenidos en los otros equipos ya evaluados.

Haciendo el análisis de todos los resultados obtenidos se puede concluir que el equipo más crítico es el compresor 1600 debido a que además de ser el que presenta la menor confiabilidad de todos los compresores, es el activo con más capacidad de producción, lo cual hace que la atención de mantenimiento se deba dirigir con más cuidado a este componente.

9. PROPUESTAS DE MEJORA

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las entrevistas, las visitas a campo, el diagrama de Ishikawa y el desarrollo de Weibull se plantean las siguientes opciones para mejorar la productividad del proceso de sandblasting de Astivik S.A.

Las mejoras a proponer son las siguientes:

1. Designar un responsable del proceso.
2. Diseñar un procedimiento operacional estándar.
3. Diseñar la caracterización del proceso.
4. Diseñar un método de programación adecuado para el proceso.
5. Diseñar un programa de confiabilidad para el proceso.

Estas mejoras inciden directamente en las espinas del diagrama de Ishikawa, las cuales fueron detectadas en las entrevistas, visitas de campo y análisis del proceso.

9.1 DESIGNAR RESPONSABLE DEL PROCESO

Uno de los aspectos detectados en esta investigación y que mejoraría el proceso notoriamente es el nombramiento de una persona con conocimientos específicos encargada directamente de todo el proceso de sandblasting, nombrado con el cargo de ingeniero de pinturas. Este cambio dará pie a que se enfoquen más esfuerzos y conocimiento a la organización y control del proceso, así se aumentará la eficiencia del mismo.

9.2 PROCEDIMIENTO OPERACIONAL ESTANDAR (POE)

Actualmente en Astivik S.A no existe un procedimiento operacional estándar que permita realizar el sandblasting de manera organizada, con la implementación de este procedimiento se espera disminuir los errores, incrementar la planeación y mejorar significativamente la calidad del proceso.

Aquí se propone la secuencia de pasos que se debe seguir para que el proceso fluya con calidad, lo que da una visión más clara de los puntos de control que hay que hacer en medio del proceso para que pueda desarrollarse y finalizar minimizando las posibles fallas. Una de las mejoras significativas al implementar el POE es el establecimiento de puntos de control, que actualmente se realizan de manera opcional.

Adicionalmente a cada una de las tareas o pasos enumerados se les asignó un responsable y un tiempo límite de cumplimiento, esto ayudará a que el responsable del proceso pueda presionar a la persona adecuada en las labores que se encuentren atrasadas, garantizando así que los tiempos de producción real se conserven y se pueda tener el rendimiento que se necesita.

Cabe resaltar que actualmente estos pasos son realizados en el astillero aunque algunos no son de carácter obligatorio y puede que se realicen en orden diferente al aquí propuesto.

A continuación se describe la propuesta de implementación de procedimiento una vez realizado el trabajo de investigación.

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO PROPUESTO

NOMBRE:

Preparación de superficies.

OBJETIVO:

Preparar correctamente las superficies para aplicar esquema de pintura a través del proceso de sandblasting.

RESPONSABLE:

Ingeniero de pinturas.

ALCANCE:

Desde la recepción de la necesidad de preparar superficies por parte del cliente (departamento comercial o armador) hasta la entrega de las superficies preparadas aptas para la aplicación del esquema de pintura.

INSUMOS:

- Arena certificada (granulometría)
- Acpm.

PRODUCTOS:

Superficie sandblastada según el grado requerido

RECURSOS:

- Compresores
- Tolvas
- Boquillas

- Mangueras de aire
- Mangueras de arena
- Tinajas para arena
- Andamios
- Botes
- Carpas para arena
- Montacargas
- Extractores
- Caretas
- Escafandras
- Filtro de aire
- Cernidera
- Sandblasteros
- Tolveros
- Ayudantes
- Operador de compresor
- Supervisor
- Ingenieros

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	RESPONSABLES	REGISTRO	FORMA TO	FRECU ENCIA	LIMITE
Recepción de necesidad de sandblasting, sitio de aplicación y calidad	Una vez se establezca el grado de limpieza y esté definido el esquema de pintura para la embarcación el ingeniero de operaciones solicita el servicio del sandblasting al ingeniero de pinturas, siempre y cuando el cliente haya recibido la respectiva cotización	Ingeniero de operaciones/ingeniero de pinturas/director operaciones/director comercial/ingeniero de presupuestos	Solicitud de sandblasting	Si	Diario	Hasta 10 am
Verificación de espesores de pintura vieja. (punto de control)	El ingeniero de pinturas realizará muestras aleatorias de los espesores de pinturas de la embarcación evaluando sectores en la popa, proa, estribor y babor de la embarcación	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones	Verificación de espesores de pintura	Si	Por embarcación	Hasta 12 pm

Evaluación de resultados espesores de pintura	El ingeniero de pinturas evaluará el estado de las superficies a sandblastear, si en el sector evaluado más del 50 % de las mediciones exceden los 24 mills de espesor, el ingeniero de pinturas informará a los ingenieros de operaciones y presupuestos para que estos coticen una preparación previa (piqueteo)	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones/ingeniero de presupuestos	Verificación de espesores de pintura	Si	Por embarcación	Hasta 1pm
Preparación previa de superficies	Una vez el cliente apruebe el piqueteo, luego de una cotización realizada por el ingeniero de presupuestos, el ingeniero de operaciones procederá a piquetear las zonas de altos espesores de	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones	No aplica	No	No aplica	No aplica

	pintura, estas zonas serán verificadas por el ingeniero de pintura					
Recepción del lavado a presión	Un buen sandblasting depende de un buen lavado a presión por tanto se deben verificar que este se haya realizado	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones	No aplica	No	Por embarcación	No aplica
Verificación condiciones climáticas (punto de control)	Diariamente en horas de la tarde se debe monitorear las condiciones climáticas, si existe más de 55% de probabilidad de lluvia y el director de operaciones aprueba, se debe cancelar el turno de sandblasting	Ingeniero de operaciones/ingeniero de pinturas/director de operaciones	No aplica	No	Diario	Hasta 1pm
Programación de sandblasting embarcaciones	Cuando el ingeniero de pinturas reciba la satisfacción la superficie	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones	Programación de sandblasting	Si	Diario	Hasta 2pm

	<p>piqueteada, incluirá la embarcación en la programación de sandblasting, teniendo en cuenta los criterios de prioridad establecidos por el astillero</p>					
<p>Limpieza e inspección de tolvas</p>	<p>Todos los días antes de iniciar el llenado de tolvas estas deben ser limpiadas, sacar residuos que hayan quedado, se debe inspeccionar, verificando estado de válvulas, peras, empaques y tapa</p>	<p>Tolvero</p>	<p>Inspección de tolva</p>	<p>Si</p>	<p>Diario</p>	<p>Hasta 6pm</p>
<p>Movilización de equipos a punto de sandblasting</p>	<p>Cuando se tenga la programación se procederá a movilizar compresores, tolvas, mangueras y todos los implementos necesarios al punto donde se</p>	<p>Operador montacargas</p>	<p>No aplica</p>	<p>No</p>	<p>Diario</p>	<p>Hasta 5 pm</p>

	sandblasteará					
Movilización de arena	Paralelo al movimiento de compresores y equipos con la ayuda del montacargas y volquetas se transportara la arena hasta el punto de sandblasting, almacén certificara la cantidad de combustible entregada y el ingeniero de pinturas hará la respectiva salida de almacén	Asistente mantenimiento/ operador de montacargas/ingeniero de pinturas	Salida de almacén	Si	Diario	Hasta 5 pm
Llenado de compresores	Cuando los compresores estén en sitio con la ayuda del montacargas, se transportará el combustible hasta los compresores, almacén certificará la cantidad de	Asistente mantenimiento/ operador de montacargas/ingeniero de pinturas/coordinador de almacén	Salida de almacén	Si	Diario	Hasta 4 pm

	combustible entregada y el ingeniero de pinturas hará la respectiva salida de almacén					
Colada de arena	Los tolveros y ayudantes colaran la arena utilizando una cernidera que tenga una malla con orificios según lo establecido por la norma nace	Tolvero/ayudante	No aplica	No	Diario	Hasta 7pm
Llenado de tolvas	Paralelo a la colada de arena se realiza el llenado de las tolvas	Tolvero	No aplica	No	Diario	Hasta 7pm
Protección de arena	La arena en sacos deberá ser montada sobre tinas y en época de lluvias una vez montada la arena sobre tinas se armará un carpa para protegerla	Ayudantes/tolveros/sandblasteros/ingeniero de pinturas	No aplica	No	Cuando aplique	No aplica
Descansos	Una vez todos los equipos de sandblasting y la arena estén	Ayudantes/tolveros/sandblasteros	No aplica	No	Diario	Hasta 7pm

	ubicados en su sitio, ayudantes, toveros y sandblasteros procederán a tomar un breve descanso					
Aplicación de sandblasting	Después del descanso se iniciará el proceso de sandblasting atendiendo las indicaciones proporcionadas por el ingeniero de pinturas	Sandblastero	No aplica	No	Diario	Hasta 8pm
Recogida de arena	Antes de iniciar a pintar se debe extraer toda la arena que se utilizó en la zona sandblasteada	Cuadrilla de limpieza/ingeniero de pinturas	No aplica	No	Diario	Hasta 9am
Soplado de superficies	Antes de aplicar la primera capa de pintura el pintor colocará con la manguera de aire un chorro para limpiar la superficie de tal forma que se pueda retirar	Pintor	No aplica	No	Diario	Hasta 9am

	restos de arena					
Inspección del sandblasting (punto de control)	Se realizará una inspección visual del sandblasting en compañía del técnico de la casa de pinturas, de tal forma que se determinen los repasos que puedan ser necesarios	Ingeniero de pinturas/ingeniero de operaciones/representante técnico casa de pinturas	Reporte de pinturas	Si	Diario	Hasta 9am

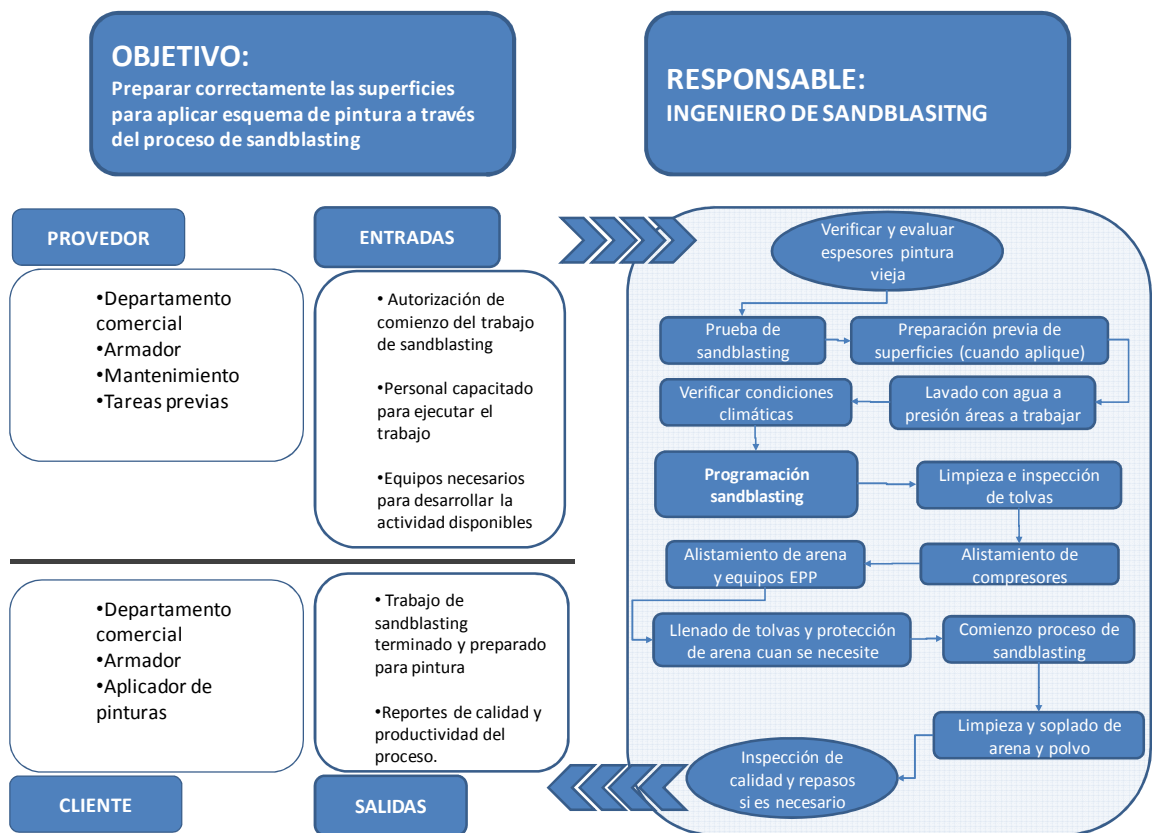
Tabla 65. Pasos procedimiento operacional estándar.

9.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE SANDBLASTING EN INDUSTRIAS ASTIVIK S.A.

En Industrias Astivik S.A. se hizo la caracterización del proceso de valor o en otras palabras el de la prestación de servicio, sin embargo nunca se trabajó para llegar al nivel de detalle de la transformación de los bienes como lo son el proceso de cambio de aceros, mantenimiento de sistemas de propulsión y gobierno, sandblasting y pinturas entre otros.

Lo anterior ha conllevado a que el control de los procesos propios de transformación de los bienes, en este caso el del sandblasting, no tengan controles establecidos y estándares que nos obligue a seguir unos pasos y de esta manera asegurar la calidad del servicio.

Por lo anterior se decidió hacer una caracterización del proceso de sandblasting que nos haga mantener una mejor disciplina en esta y por consiguiente tener una mayor satisfacción del cliente con el producto terminado. A continuación se muestra el gráfico.



Gráfica 19. Caracterización del proceso de sandblasting de industrias Astivik S.A.

Del anterior procedimiento descrito se pueden sacar varios aspectos que mejorarían el proceso notoriamente, el primero es el nombramiento de una persona con conocimientos específicos encargada directamente de todo el proceso de sandblasting nombrado con el cargo de ingeniero de sandblasting. Este cambio dará pie a que se enfoquen más esfuerzos y conocimiento a la organización y control del proceso, así se aumentará la eficiencia del mismo.

Por otro lado está la organización en sí que propone hacer en el proceso al dar la secuencia de pasos que se debe seguir para que el este fluya con calidad, lo cual da una visión más clara de los puntos de control que hay que hacer en medio de la evolución del proceso para que pueda desarrollarse y finalizar minimizando las posibles fallas.

9.4 PROGRAMACION DE TAREAS

Se detectó que una de las principales debilidades del proceso está en la programación de tareas, actualmente se programa de manera intuitiva teniendo en cuenta cierto grado de ponderación de algunos clientes, la fecha de entrega y la ubicación de las embarcaciones en la que se realizará el proceso. Astivik cuenta actualmente con 5 compresores (anteriormente descritos) de diferentes características, cada uno de estos compresores es móvil y puede desplazarse a las embarcaciones donde se realizará el arenado. El sandblasting se realiza solo en turnos nocturnos y cuando se ejecuta este proceso no es posible efectuar trabajos de soldadura, mecánica u otros.

RESTRICCIONES DE LA PROGRAMACION DE SANDBLASTING

Es importante aclarar los siguientes aspectos que definen la programación del sandblasting en el astillero:

1. AREAS O ZONAS A SANDBLASTIAR EN LA EBARCACION: Como su nombre lo indica es la superficie a tratar en los barcos, las principales áreas de sandblasting en una embarcación son las siguientes: obra viva, obra muerta, cubiertas, bodegas entre otras, el tiempo de procesamiento varía de acuerdo a estas zonas. La obra viva solo se puede realizar una vez la embarcación este fuera del agua, es decir haya subido en dique o troja. Las otras zonas se pueden realizar en muelle o a flote.
2. DISPONIBILIDAD DE LAS EMBARCACIONES PARA PROCESAMIENTO DE SANDBLASTING: Esta restricción obedece a que el sandblasting es solo uno de los muchos servicios que se le prestan a las embarcaciones, por tanto aunque las embarcaciones hayan llegado al astillero y ya estuvieran definidas las áreas a sandblastear, el proceso de sandblasting solo estará disponible para su

procesamiento una vez se realicen ciertos servicios que tienen mayor prioridad que este, por tanto el problema de la programación del sandblasting está inmerso en una programación de un conjunto de servicios que tiene como objetivo el menor tiempo posible de entrega.

Por esto se puede afirmar que la disponibilidad del sandblasting está sujeta a la zona de aplicación del arenado, a la programación de otros procesos, subida a dique y a la autorización por parte del cliente de las zonas de trabajo.

TIEMPO DE PROCESAMIENTO

El tiempo de procesamiento depende de los siguientes factores:

1. Grado de limpieza: existen tres grados de limpieza organizados de mayor grado de limpieza a menor, son los siguientes; grado SA3, grado SA2 y grado SA1, así mismo el SA3 es el que toma más tiempo de procesamiento.
2. Área o zona a sandblastear: el tiempo de procesamiento es directamente proporcional al tamaño del área de aplicación, sin embargo el tiempo varía según la zona, es decir la ubicación del arenado en el barco como se explicó anteriormente.
3. Distancia entre tolvas y zona de aplicación: a mayor distancia entre la ubicación de la tolva y la aplicación del sandblasting se presenta una caída de presión de aire, lo que repercute en la disminución del rendimiento, es decir mayor tiempo de procesamiento.
4. Espesor de película de pintura a remover: a mayor espesor de película mayor tiempo de procesamiento.

- **RECOMENDACIONES.**

En aras de mejorar esta problemática a continuación se propone la implementación de una regla de programación acorde con una ponderación definida para las tareas disponibles.

Teniendo en cuenta que el astillero trabaja bajo un esquema maketoorder, entraran a estar disponibles solo las actividades de sandblasting que ya estén autorizadas para lo que se tendrá en cuenta las siguientes ponderaciones.

Ponderación por posición (W1): esta ponderación se define con base en la importancia de los diques, esta importancia radica en que Astivik solo cuenta con cuatro diques, dos trojas y alrededor de 18 muelles. Las embarcaciones van a los astilleros simplemente para subir a dique o a troja, siempre hay embarcaciones esperando poder subir a dique lo que los convierte en un cuello de botella, por tanto entre menos tiempo este una embarcación en dique más oportunidades existirán para subir otra. Se puede concluir que los diques son de alta prioridad para Astivik. A diferencia de los diques las trojas de Astivik cuentan con 8 posiciones de varada, es decir el doble de posiciones que los diques lo que las hace menos importantes. La ponderación de posición se establecerá según la siguiente tabla.

POSICION	
POSICION	PONDERACION
DIQUE	4
TROJA	2
A FLOTE	1

Tabla 66. Ponderación por posición

Ponderación por tipo de cliente (W2): esta ponderación la determinará el departamento comercial de Astivik S.A, con base en aspectos netamente comerciales tales como cantidad de embarcaciones atendidas anualmente para cada cliente y cultura de pagos. Esta ponderación se hará con base en la siguiente tabla.

TIPO DE CLIENTE	
CLIENTE	PONDERACION
TIPO 1	3
TIPO 2	2
TIPO 3	1

Tabla 67. Ponderación por tipo de cliente

Siendo el cliente tipo 1 el que tenga más embarcaciones para atender y una excelente cultura de pagos, lo que lo calificará con una ponderación de 3. Por tanto el cliente tipo 3 será el de menos embarcaciones y la peor cultura de pagos, con una calificación de 1.

Ponderación por eventos extraordinarios (W3): Esta se utiliza en caso de necesidades extraordinarias del cliente como zarpe o atrasos de otros trabajos y estrategias de la empresa.

A continuación se muestra el formato que se debe utilizar para programar las tareas.

RENDIMIENTO SEGÚN GRADO DE LIMPIEZA Y ESPESOR DE PINTURA		
GRADO DE LIMPIEZA	ESPESOR DE PINTURA	RENDIMIENTO DE UN CHORRO
S3	0-15 MILLS	72
	16-25 MILL	60
	MAS DE 26 MILLS	50
S2	0-15 MILLS	90
	16-25 MILL	80
	MAS DE 26 MILLS	60
S1	0-15 MILLS	160
	16-25 MILL	150
	MAS DE 26 MILLS	140

Tabla 69. Rendimiento según grado de limpieza

A continuación se propone el uso del siguiente formato para diagrama de Gantt.

DIAGRAMA DE GANTT PARA UNA SEMANA							
MES	Septiembre						
DIAS	1	2	3	4	5	6	7
	L	M	M	J	V	S	D
Compresor 1600							
Compresor 1100							
Compresor 750-2							
Compresor 750-1							

Tabla 70. Diagrama de gantt semanal

Este se llenará una vez se halla diligenciado el formato de ponderación antes descrito, la embarcación-zona de mayor ponderación tendrá la mayor cantidad de chorros posibles.

Con la implementación de este sistema de programación se pretende organizar las tareas de sandblasting del astillero de una forma objetiva y más estática de tal forma que los clientes estén enterados oportunamente del momento en que se realizará el sandblasting, por otro parte se disminuirá el traslado de equipos y por

tanto se disminuirán los tiempos de pre alistamiento y alistamiento del proceso, lo que redundará en incremento de la confiabilidad y rendimiento del proceso.

9.5 PROGRAMA DE CONFIABILIDAD

Se sugiere al departamento de mantenimiento del astillero implementar un programa de confiabilidad empleando los formatos utilizados en este estudio, de tal forma que se pueda realizar un seguimiento que permita disminuir la ocurrencia de fallas en los equipos de compresión de aire. A continuación se describe la sugerencia de implementación de FMEA.

- **FMEA**

Como es conocido en toda empresa donde se haga transformación de bienes, la maquinaria se hace necesaria y por consiguiente el mantenimiento empieza a jugar un papel muy importante dentro de la organización. En Industrias Astivik S.A. no es diferente, esto debido a que se necesita de todas las maquinarias en perfectas condiciones para poder cumplir con los requerimientos del cliente en cuanto a calidad, tiempo y costo. Para lograr la disponibilidad en estos momentos se está utilizando básicamente el mantenimiento preventivo (TPM) en algunos equipos y correctivo en otros.

Si se aplica TPM (Total Productive Maintenance) al proceso de sandblasting se vuelve un poco más crítico debido que este proceso se realiza en horas nocturnas, muchas veces por la falla de una pequeña pieza se tiene que parar la producción hasta en un 40%, lo que genera bajos rendimientos y los retrasos inherentes. Por lo anterior es necesario adoptar una filosofía diferente que nos ayude a aumentar la confiabilidad de los equipos de sandblasting más críticos y así lograr que la producción pueda ser continua.

En este trabajo se propuso la utilización de la matriz AMFE para aplicarla a los equipos más críticos del proceso de sandblasting de Industrias Astivik S.A., los cuales como analizamos ya anteriormente en este trabajo son los compresores. Lo anterior nos ayudará a aumentar la confiabilidad de los equipos en mención y por consiguiente del proceso en general.

Es importante aclarar que todos los compresores con los que se trabaja el proceso de sandblasting en Industrias Astivik S.A., son iguales en cuanto a principios de funcionamiento, es decir los equipos internos tanto de generación de potencia (motor) como de compresión constan de las mismas piezas, solo cambia el tamaño de cada una de ellas para hacer más o menos flujo volumétrico en la salida de aire. Partiendo de lo anterior se hizo el análisis general del equipo dividiéndolo en subsistemas como se muestra en el documento anexo.

Como se puede observar, en la tabla se especifican todas las posibles fallas de cada una de las piezas que conforman los subsistemas del compresor, a cada una se identifica la posible causa de la falla y se evalúa poniendo puntajes con los criterios de severidad, frecuencia y nivel de posible detección en el caso de que esta falla aparezca. Luego se hacen recomendaciones para eliminar o disminuir la causa de la falla y se vuelve a hacer la puntuación, los resultados se comparan en la columna de “%Red.” donde obtenemos el porcentaje en que se redujo la posibilidad de que la falla se produzca que en este caso se obtuvo un puntaje de 54,4% de reducción de falla en promedio, lo cual es un aporte significativo para la confiabilidad de los equipos y por consiguiente del mismo proceso de sandblasting de Industrias Astivik S.A.

10. RECÁLCULO OEE

En páginas anteriores se hizo el cálculo de la efectividad total de los equipos de sandblasting (OEE), el cual dio como resultado que de la capacidad total instalada solo se estaba utilizando el 65%. Ahora con las modificaciones que se han propuesto tanto en la parte administrativa como en la operativa se hace esencial hacer un nuevo cálculo del OEE y así verificar si con estos cambios se llega a alcanzar los estándares que la empresa tiene establecidos.

Las reformas propuestas inciden directamente sobre la disponibilidad con el FMEA y en la eficiencia del sistema con la implementación del POE, caracterización de procesos y la programación ordenada de las tareas.

Con la implementación de la matriz FMEA se lograría una disminución de ocurrencia de fallas en un 54.4%.

Utilizando el porcentaje de disminución de ocurrencia de la falla que en este caso es de 54,4%, este se le multiplica al porcentaje de no disponibilidad o de falla de los equipos, luego el resultado se le suma al porcentaje de no falla, lo cual nos dará como resultado el nuevo porcentaje de disponibilidad. Los cálculos son los siguientes:

Disponibilidad FMEA = Disponibilidad + (No Disponibilidad x disminución de ocurrencia).

No disponibilidad = 1 - Disponibilidad

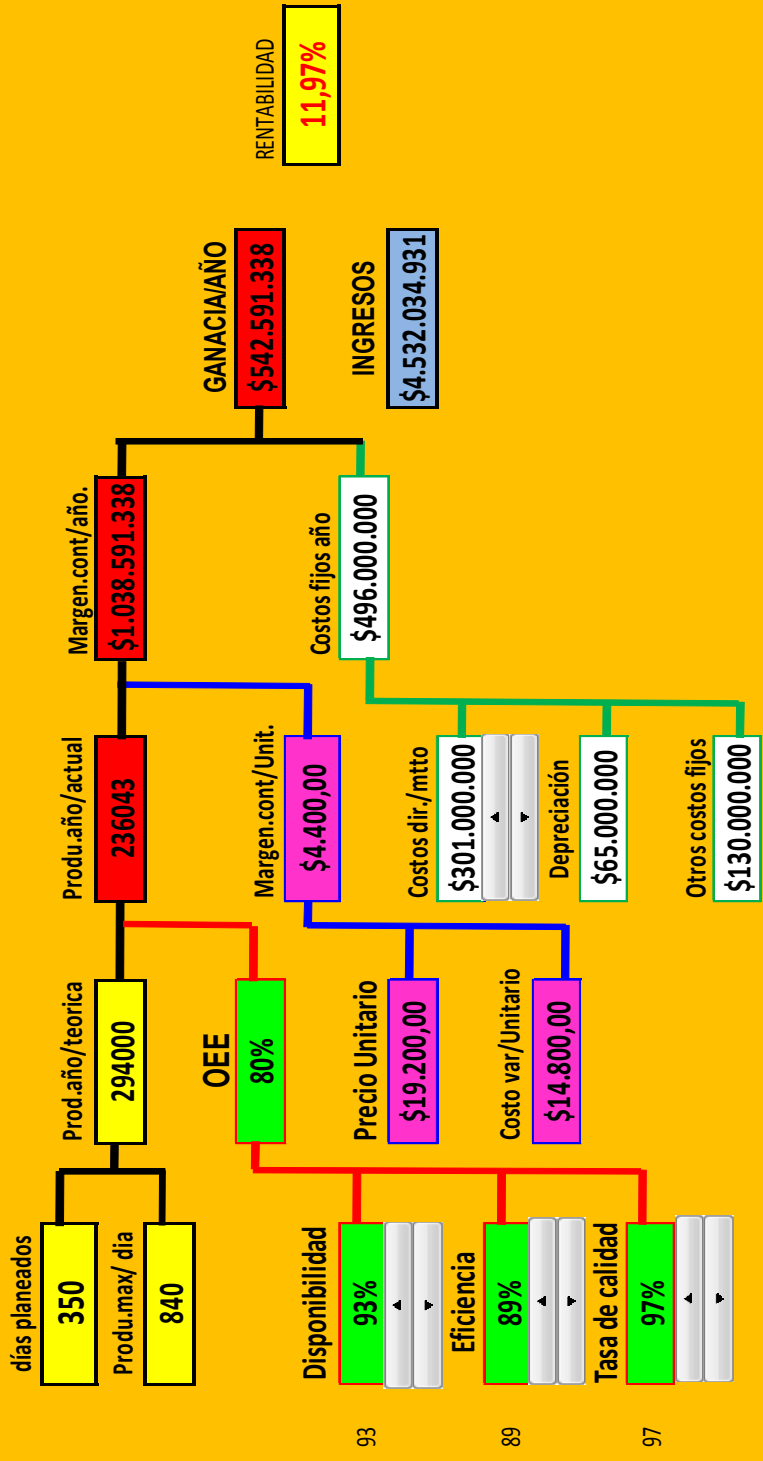
Disponibilidad FMEA = 85% + (15%x54,4%) = 93,16%

Como se puede observar la nueva disponibilidad es de 93,16%.

Teniendo en cuenta la implementación de las mejoras de carácter administrativo, se estimó una mejora del 10%, la estimación se realizó de una forma conservadora puesto que no existe un método exacto para calcular la mejora que estas implementaciones generarían. Por tanto la eficiencia total quedaría en un 89%.

Ahora con estos nuevos datos y tomando el mismo índice de calidad de 97% se procede a realizar nuevamente el cálculo de la efectividad total de los compresores y el estudio del impacto económico como se muestra en el siguiente cuadro.

ANÁLISIS DE IMPACTO ECONOMICO DE LA CONFIABILIDAD



Gráfica 20. Análisis de impacto económico de confiabilidad

Como se puede observar la rentabilidad del proceso aumento de 9.43% a 11,97% lo que en términos de utilidad para la empresa resultará ser muy atractivo para la junta directiva, así se alcanzaría la meta principal de este trabajo de grado.

11. CONCLUSIONES

Se logró establecer que el sandblasting es un proceso, se realizaron las entrevistas y se pudo determinar cuáles eran las principales fortalezas y debilidades según la percepción de cada una de las partes interesadas, se identificaron las posibles causas de la problemática presentada y se desarrolló el diagrama de Ishikawa.

Se diseñó la caracterización del proceso estableciendo un panorama general del proceso de sandblasting dentro del desarrollo de la producción del astillero, de esta forma se logra mostrar a cada uno de los actores de una forma clara y amena su rol dentro del proceso.

Se recolectaron datos de capacidades de los equipos utilizados en los procesos, de tal forma que se pudo calcular la capacidad de producción del proceso de sandblasting y establecer los primeros parámetros y registros.

Se logró detectar 46 hallazgos que generan fallas en el proceso, una vez se clasificaron se pudo detectar que la causa raíz del problema obedecía principalmente a la constante falla de los equipos y a problemas de control y seguimiento del proceso.

Se realizó la matriz FMEA/FMCA identificando todos los problemas que generan pérdida en el sistema de compresión de aire del proceso, se establecieron medidas para disminuir estas fallas, logrando disminuir la frecuencia de falla de los equipos.

Se lanzaron una serie de propuestas de mejora que incrementarían el margen de rentabilidad del proceso.

La implementación de distintas herramientas de calidad y productividad ha llevado a solucionar distintas problemáticas en empresas de diversos sectores alrededor del mundo. Se concluye que con la aplicación de las técnicas desarrolladas en

este proyecto de grado, estamos seguros que el proceso de sandblasting a pesar de la complejidad inherente de éste puede mejorar significativamente disminuyendo los reclamos por calidad, mejorando el tiempo de ejecución del proceso y por ende el de los proyectos, por último y no menos importante incrementar la rentabilidad del proceso, siempre y cuando se atiendan las recomendaciones tales como contratación de un líder del proceso que se encargue de programar y controlar las tareas, utilizando procedimientos operacionales estándar e implementando un modelo de confiabilidad en los equipo.

12. RECOMENDACIONES

La recomendación principal que se genera a partir del desarrollo de este trabajo es la implementación de las mejoras propuestas después de estudiar el proceso de sandblasting. La implementación de estas mejoras deben estar a cargo del responsable del proceso, quien será la persona encargada de velar por el desarrollo del flujo del sandblasting tal y como se plantea en el POE, a pesar que inversión inicial sería solo la contratación de un ingeniero, se debe tener en cuenta que una vez una se contrate se debe hacer un plan de acción para cerrar cada uno de los hallazgos descritos en el presente trabajo, el 100% de estos hallazgos deberían estar incluidos en el plan mensual de mantenimiento, sin embargo no hay quien reporte y haga seguimiento de estas fallas. El sandblasting no puede seguir siendo un servicio más del astillero, como se pudo demostrar es un proceso que necesita seguimiento y control, se garantiza a los accionistas de la compañía que con la implementación de estas mejoras el sandblasting generará los márgenes de rentabilidad requeridos y se disminuirán los reclamos de garantía que se presentan actualmente.

13. BIBLIOGRAFIA

- Base de datos registro mercantil. Cámara de comercio Cartagena, 2010.
- Colaboradores de Nervion. Preparación de superficies. [en línea]. Nervion pinturas. Disponible en internet <http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/prpr_sup_var.php> STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC), NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS (NACE).
- Manual de calidad Industrias Astivik S.A, Abril de 2007.
- Plan regional de competitividad Cartagena y Bolívar 2008-2032, Mayo de 2010.
- Resolución de Problemas en Procesos de Producción. Disponible en internet. <http://www.monografias.com/trabajos16/proceso-grabado/proceso-grabado.shtml>
- Introducción general al granallado, Blasting S.A, información técnica.Int. Amaro Avalos 3176 Munro (B1605EBX). Bs. As., Argentina Tel. (54-11) 4762 2718 líneas rotativas. Fax (54-11) 4756 0217—email: info@blasting.com.ar / web: www.blasting.com.ar

