



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL TUCUMÁN

TESIS DE MAESTRÍA

Contribución de la Excelencia Operacional en las Operaciones 4.0

Autor:

Juan PEREZ

Director:

Ricardo R. PALMA

*Esta tesis cumple con los requisitos
para el grado de Maestría en Ingeniería de Operaciones*



Grupo de Investigación en Tecnologías Avanzadas Informáticas
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Tucumán

12 de diciembre de 2024

Resumen

Maestría en Ingeniería de Operaciones

Contribución de la Excelencia Operacional en las Operaciones 4.0

por Juan PEREZ

Abstract

This is a descriptive, retrospective, and correlational study with an observational design, conducted with the general objective of retrospectively analyzing the characteristics and frequency of 100 that occurred in San Agustín tower operations between 2016 and 2023, along with the tasks carried out by the Operational Excellence (EO) sector since 2020. To measure the variables, systematized and structured records from the S.A. database were used as instruments, which include reports on incidents, environmental and safety issues, and interventions related to EO tasks. This information is consolidated in control and monitoring sheets, coded to classify them according to their criticality and type. To establish the difference between 2016-2023, of the KPIs studied, the ANOVA test was used, obtaining in all cases a value of $P < 0.0001$, determining an extremely significant difference. The individual comparative analysis of the evolutions in the interannual closures for the period 2021 - 2023 showed negative trends for the personal and environmental event indicators of -0.03 for the EDIR, unlike the MVA which was the only marker with a positive trend of 0.001. In conclusion, the evaluation of the TIIR, TRIR, and SLTIF indicators demonstrates that Operational Excellence actions have had a greater influence on the reduction of serious personal accidents, while minor events persist. This suggests that the current challenge is to address issues more related to attitudes and cultural change to continue improving results.

Resumen

Estudio de tipo descriptivo retrospectivo y correlacional con diseño observacional, realizado con el objetivo general de analizar retrospectivamente las características y frecuencia del 100 vehiculares ocurridos en las operaciones de torre de San Agustín entre el 2016 y el 2023 y las tareas desarrolladas por sector de EO desde el 2020. Para medir las variables se utilizaron como instrumentos los registros sistematizados y estructurados de la base de datos de S.A los cuales cuentan con reportes de incidentes, ambientales, de

seguridad y de las intervenciones relacionadas con las tareas de EO. Esta información se presenta consolidada en planillas de control y seguimiento, las cuales son codificadas para clasificarlas según su criticidad y tipo. Para establecer la diferencia entre 2016-2023, de los KPI estudiados, se recurrió a la prueba ANOVA obteniendo en todos los casos un valor de $P < 0.0001$, determinando una diferencia extremadamente significativa. El análisis comparativo individual, de las evoluciones en los cierres interanuales para el periodo 2021 – 2023, arrojó tendencias negativas para los indicadores de eventos personales y de medio ambiente de -0.03 para el SLTIF y -0.01 con tendencia positiva de 0.001. En conclusión, la evaluación de los indicadores TIIR, TRIR y SLTIF demuestra que las acciones de Excelencia Operacional han influido más en la reducción de accidentes personales graves, mientras que los eventos menores persisten. Esto sugiere que el desafío ahora está en abordar cuestiones más relacionadas con actitudes y cambio culturales, para continuar mejorando los resultados.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la empresa Schlumberger NV, cuyo apoyo fue fundamental para la confección de esta tesis, brindándome las herramientas y la información necesarias para su desarrollo. Agradezco también a mis colegas y compañeros, quienes participaron activamente en el análisis de los resultados y compartieron sus valiosas perspectivas y experiencias, enriqueciendo cada etapa del proceso. Deseo destacar, además, el trabajo del equipo de docentes que, a través del programa de acompañamiento, me guiaron y orientaron con dedicación a lo largo de la elaboración de esta tesis. Su compromiso y disposición para atender mis consultas y aclarar mis dudas fueron esenciales para completar este proyecto con éxito. A todos, mi profundo reconocimiento y gratitud.

Índice general

Resumen	II
Agradecimientos	IV
Lista de Figuras	VII
Lista de Tablas	IX
1. Chapter Title Here	1
1.1. Situación Problema	1
1.1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.2. El problema de las redes neuronales en estos modelos	2
1.1.3. Subsection 2	2
1.2. Main Section 2	3
2. Justificacion y Objetivos	5
2.1. Objetivos específicos	5
2.1.1. Objetivo específico 1	5
2.1.2. Objetivo específico 2	6
2.1.3. Objetivo específico 3	6
2.1.4. Objetivo específico 4	6
2.2. Tipo de estudio	6
2.2.1. Diseño de investigación	6
2.2.2. Selección de las unidades muestrales como objeto de estudio.	6
2.3. Hipótesis	7
2.4. Instrumentos de recolección de datos	7
2.5. Justificación	8
2.6. Viabilidad	8
Bibliografía	11

Índice de figuras

1.1. Imagen AOP Patagonia	1
1.2. Curso de Cañoneo y Simulación de Flujo	2
1.3. Descripción de la figura.	2

Índice de tablas

1.1. Descripción de la tabla.	3
---------------------------------------	---

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la empresa San Antonio, cuyo apoyo fue fundamental para la confección de esta tesis, brindándome las herramientas y la información necesarias para su desarrollo. Agradezco también a mis colegas y compañeros, quienes participaron activamente en el análisis de los resultados y compartieron sus valiosas perspectivas y experiencias, enriqueciendo cada etapa del proceso. Deseo destacar, además, el trabajo del equipo de docentes que, a través del programa de acompañamiento, me guiaron y orientaron con dedicación a lo largo de la elaboración de esta tesis. Su compromiso y disposición para atender mis consultas y aclarar mis dudas fueron esenciales para completar este proyecto con éxito. A todos, mi profundo reconocimiento y gratitud.

Capítulo 1

Chapter Title Here

1.1. Situación Problema

1.1.1. INTRODUCCIÓN

Para contextualizar el entorno en el que opera San Agustín (SA), es relevante señalar que en la industria petrolera se identifican dos actores principales: las operadoras y las empresas de servicios. Las operadoras son aquellas que tienen la concesión de áreas para la explotación de recursos hidrocarbúricos. Ejemplos de estas compañías incluyen Shell, YPF, Capex, Capsa, Tecpetrol, Oiltone, Pampa Energía, Total, Exxon, Chevron, Pluspetrol, entre otras.

Por otro lado, las empresas de servicios brindan soporte a las operadoras en una variedad de tareas que van desde actividades simples, como el traslado de personal, hasta intervenciones complejas en pozos productores o la construcción de nuevos pozos. Estas tareas siempre se realizan siguiendo los requerimientos específicos de las operadoras. Entre las principales empresas de servicios se destacan compañías como Schlumberger, Baker Hughes, Nabors, Estrella, San Antonio, Halliburton y Weatherford, reconocidas por su capacidad para ofrecer soluciones integrales y especializadas en el sector.



FIGURA 1.1: Imagen AOP Patagonia

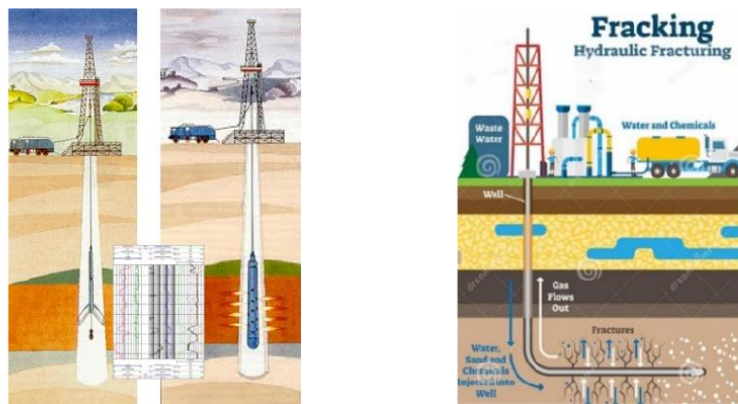


FIGURA 1.2: Curso de Cañoneo y Simulación de Flujo

1.1.2. El problema de las redes neuronales en estos modelos

Nunc posuere quam at lectus tristique eu ultrices augue venenatis. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Aliquam erat volutpat. Vivamus sodales tortor eget quam adipiscing in vulputate ante ullamcorper. Sed eros ante, lacinia et sollicitudin et, aliquam sit amet augue. In hac habitasse platea dictumst. Un ejemplo de una imagen puede verse en la Figura 1.3.

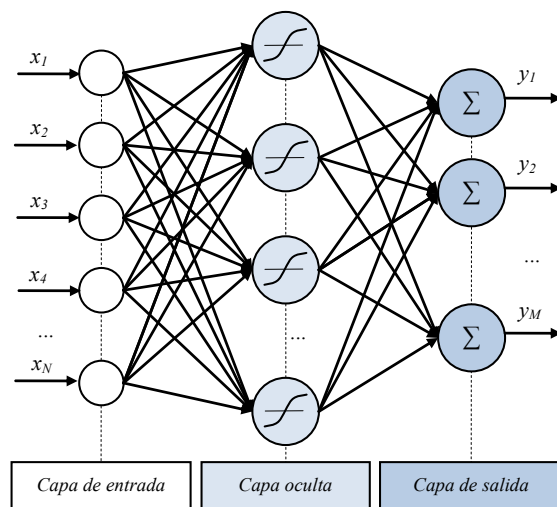


FIGURA 1.3: Descripción de la figura.

1.1.3. Subsection 2

Morbi rutrum odio eget arcu adipiscing sodales. Aenean et purus a est pulvinar pellentesque. Cras in elit neque, quis varius elit. Phasellus fringilla, nibh eu tempus venenatis, dolor elit posuere quam, quis adipiscing urna leo nec orci. Sed nec nulla auctor odio aliquet consequat. Ut nec nulla in ante ullamcorper aliquam at sed dolor. Phasellus

fermentum magna in augue gravida cursus. Cras sed pretium lorem. Pellentesque eget ornare odio. Proin accumsan, massa viverra cursus pharetra, ipsum nisi lobortis velit, a malesuada dolor lorem eu neque. Un ejemplo de una tabla puede verse en la [Tabla 1.1](#).

Case	Method 1	Method 2	Method 3
1	50	837	970
2	47	877	230
3	31	25	415
4	35	144	2356
5	45	300	556

TABLA 1.1: Descripción de la tabla.

1.2. Main Section 2

Sed ullamcorper quam eu nisl interdum at interdum enim egestas. Aliquam placerat justo sed lectus lobortis ut porta nisl porttitor. Vestibulum mi dolor, lacinia molestie gravida at, tempus vitae ligula. Donec eget quam sapien, in viverra eros. Donec pellentesque justo a massa fringilla non vestibulum metus vestibulum. Vestibulum in orci quis felis tempor lacinia. Vivamus ornare ultrices facilisis. Ut hendrerit volutpat vulputate. Morbi condimentum venenatis augue, id porta ipsum vulputate in. Curabitur luctus tempus justo. Vestibulum risus lectus, adipiscing nec condimentum quis, condimentum nec nisl. Aliquam dictum sagittis velit sed iaculis. Morbi tristique augue sit amet nulla pulvinar id facilisis ligula mollis. Nam elit libero, tincidunt ut aliquam at, molestie in quam. Aenean rhoncus vehicula hendrerit.

Capítulo 2

Justificacion y Objetivos

2.1. Objetivos específicos

2.1.1. Objetivo específico 1

1. Analizar la evolución de los indicadores clave de Excelencia Operacional (TIIR, TRIR, SLTIF, MVA y EDIR) en el periodo 2016-2023: Este objetivo permitirá examinar cómo han evolucionado los principales indicadores de seguridad y operativos, estableciendo comparaciones entre el periodo previo a la implementación de Excelencia Operacional (2016-2019) y los años posteriores (2020-2023).

$$EventosPersonalesRegistrablesTIIR = \frac{TotaldeAccidentesPersonalesx200,00}{HHT}$$

$$EventosPersonales(Todos)TRIR = \frac{Cant.deAccRegistrablesx200,00}{HHT}$$

$$EventosPersonalesGravesSLTIF = \frac{Cant.deAccRegistrablesx200,00}{HHT}$$

$$EventosVehicularesMVA = \frac{Cant.deAccVehicularesx200,00}{Km(Recorridos)}$$

$$EventosAmbientalesEDIR = \frac{Cant.dederramesmayoresx200,00}{HHT}$$

2.1.2. Objetivo específico 2

Identificar el impacto de las acciones de Excelencia Operacional en la reducción de incidentes operativos y en la mejora de la eficiencia operativa: Este objetivo buscará medir cómo la implementación de Excelencia Operacional ha influido en la disminución de incidentes y en la optimización de procesos operativos, mediante el análisis de las curvas de tendencias.

2.1.3. Objetivo específico 3

Evaluar la efectividad de las metodologías implementadas para el control y prevención de accidentes personales y ambientales: A través de este objetivo se examinarán los resultados de las estrategias y herramientas aplicadas para minimizar los riesgos y mejorar la seguridad de las operaciones en campo.

2.1.4. Objetivo específico 4

Determinar la relación entre las acciones correctivas y preventivas derivadas de Excelencia Operacional y los cambios en los KPI (Indicadores Claves) de seguridad y eficiencia: Este objetivo abordará el análisis de cómo las medidas implementadas a nivel de gestión de seguridad y eficiencia han modificado los indicadores clave, con foco en la comparación de antes y después de la aplicación de las acciones.

2.2. Tipo de estudio

2.2.1. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue observacional, ya que no hubo manipulación deliberada de las variables, sólo se las observó en su contexto natural.

2.2.2. Selección de las unidades muestrales como objeto de estudio.

La muestra quedó constituida por el cien por ciento de los incidentes personales, daños al medio ambiente y accidentes vehiculares ocurridos en las operaciones de torre de TECpetrol (SA) entre 2016 y 2023 al igual que las acciones desarrolladas por el sector de Excelencia Operacional (EO), durante ese el periodo 2000 y 2023 Para identificar la muestra se tuvo en cuenta

- Ámbito Geográfico: Operaciones de torre en San Agustín.
- Período de Estudio: Incidentes ocurridos entre 2016 y 2023
- Tipos de Incidentes: Incidentes personales, daños ambientales y accidentes vehiculares. (Fecha, tipo de incidente, clasificación y región)
- Intervenciones relacionadas con las tareas de EO.

2.3. Hipótesis

Las tareas desarrolladas por el sector de EO desde el 2021. Impactan positivamente sobre las características y frecuencia de los indicadores SLTIF, TRIR, TIIR, EDIR y MVA ocurridos en las operaciones de torre de San Agustín.

2.4. Instrumentos de recolección de datos

Registros de la base de datos de SLB (Schlumberger NV), La empresa cuenta metodologías sistematizadas y estructuradas para la obtención de los datos desde 2016.●

- Reportes de incidentes, ambientales y de seguridad.
- Intervenciones relacionadas con las tareas de EO.

Esta información se presenta consolidada en hojas de control y seguimiento, las cuales son codificadas para clasificarlas según su criticidad y tipo.

1. Eventos personales

- a. TIIR (Todos los Eventos Personales)
- b. TRIR (Eventos Personales Registrables)
- c. SLTIF (Eventos Personales Graves)

2. Eventos materiales

- a. MVA (Eventos Vehiculares)
- b. EDIR (Eventos medioambientales mayores)

3. Acciones de EO

- 2020, 2021, 2022 y 2023 Estas acciones se presentan en una tabla de recopilación de datos en la que se identifican claramente los siguientes elementos para cada acción: el período en el que se implementó, la descripción de la acción realizada, el responsable a cargo, el enfoque adoptado, el alcance de la

2.5. Justificación

Esta investigación permitiría evaluar el impacto generado por las tareas desarrolladas por el sector de EO (2020-2023) sobre las características de incidentes personales, daños al medio ambiente y accidentes vehiculares ocurridos en las operaciones de torre de San Agustín. Esto proporcionaría un mayor conocimiento de los hechos para posicionarnos en el nivel exacto de comprensión y avance para la implementación de un modelo depurado de EO, focalizado en:

- Identificar y mitigar los riesgos de accidentes personales y daños ambientales.
- Establecer estándares y procedimientos robustos en materia de salud, seguridad y medio ambiente.
-
- Fomentar una cultura de seguridad y cuidado ambiental en todos los niveles de la organización
- Promover la conciencia y la responsabilidad entre los empleados sin discriminar jerarquías
-
- Fortalecer la cultura de trabajo focalizada en la calidad.
- Generar políticas claras en planificación y detención de tareas.

2.6. Viabilidad

Este estudio es viable gracias a varios factores clave que aseguran tanto la calidad de los datos como el soporte institucional necesario para llevarlo a cabo:

- Acceso a datos: Contamos con un Sistema de Gestión Integrado (SGI) sólido, lo que nos permite tener acceso a datos consistentes y fiables sobre accidentología, incidentes ambientales y accidentes vehiculares, así como informes detallados de las tareas desarrolladas por el sector de Excelencia Operacional (EO) durante el período del estudio.
- Estándares y procedimientos: Existen procedimientos bien establecidos que nos permiten estandarizar y caracterizar todo tipo de incidentes bajo los mismos principios. Esto asegura que la recopilación y el análisis de datos se realicen de manera uniforme, facilitando comparaciones y correlaciones precisas.
- Colaboración interna: Se cuenta con el apoyo y la colaboración de distintos departamentos dentro de San Agustín, lo que garantiza una comunicación fluida y acceso a toda la información relevante.
- Recursos técnicos: Disponer de herramientas tecnológicas adecuadas para el análisis de datos y la elaboración de informes contribuirá significativamente al éxito del estudio, asegurando que los resultados sean precisos y representativos.
- Tiempo y presupuesto: Se dispone del tiempo necesario para llevar a cabo el estudio y de un presupuesto adecuado para cubrir los costos asociados, como la recopilación de datos, análisis y recursos tecnológicos.
- Contexto legal y ético: Para que el presente estudio fuera aprobado por la directiva de San Antonio Servicios Petroleros, fue esencial cumplir con las normativas legales y éticas relacionadas con la recopilación y manejo de datos personales y medioambientales. Esto incluye obtener los permisos necesarios y garantizar la confidencialidad y el anonimato de los participantes.

Bibliografía