



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica-Eléctrica

**Diseño de un plan de ejecución para el reemplazo de precipitadores
electroestáticos húmedos de la refinería Nexa Resources Cajamarquilla S.A.
utilizando la metodología building information modeling (BIM), Lima -
Perú**

Tesis presentada por:

Ballon Pinto, Juan Diego

ORCID: 0009-0001-4017-4633

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor (a):

Mg. Huacasi Añamuro, Ludwin David

ORCID: 0000-0003-0690-6412

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA MECANICA-ELECTRICA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 11 de Febrero del 2026

Dictamen: 012363-C-EPIMMEM-2026

Visto el borrador del expediente 012363, presentado por:

2016246661 - BALLON PINTO JUAN DIEGO

Titulado:

**DISEÑO DE UN PLAN DE EJECUCIÓN PARA EL REEMPLAZO DE PRECIPITADORES
ELECTROESTÁTICOS HÚMEDOS DE LA REFINERÍA NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A.
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM), LIMA - PERÚ**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

**29569057 - CASTILLO CACERES CESAR PIO
DICTAMINADOR**



**21535915 - DONAYRE CAHUA JESUS MANUEL
DICTAMINADOR**



**29460348 - AREVALO DAZA JORGE LUIS
DICTAMINADOR**



Diseño de control vectorial sensorless tolerante a fallas de sensores para un motor de inducción

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

tesis.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.utp.edu.co

Fuente de Internet

1%

4

archive.org

Fuente de Internet

1%

5

Arenas Oviedo, Alvaro Alonso. "Desarrollo de control predictivo de torque de motor de inducción aplicado a tracción vehicular", Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru), 2025

Publicación

1%

6

Cordova Claros, Josmell. "Diseno de un sistema de diagnostico y control tolerante de fallas en actuadores para el proceso hidraulico de cuatro tanques acoplados",

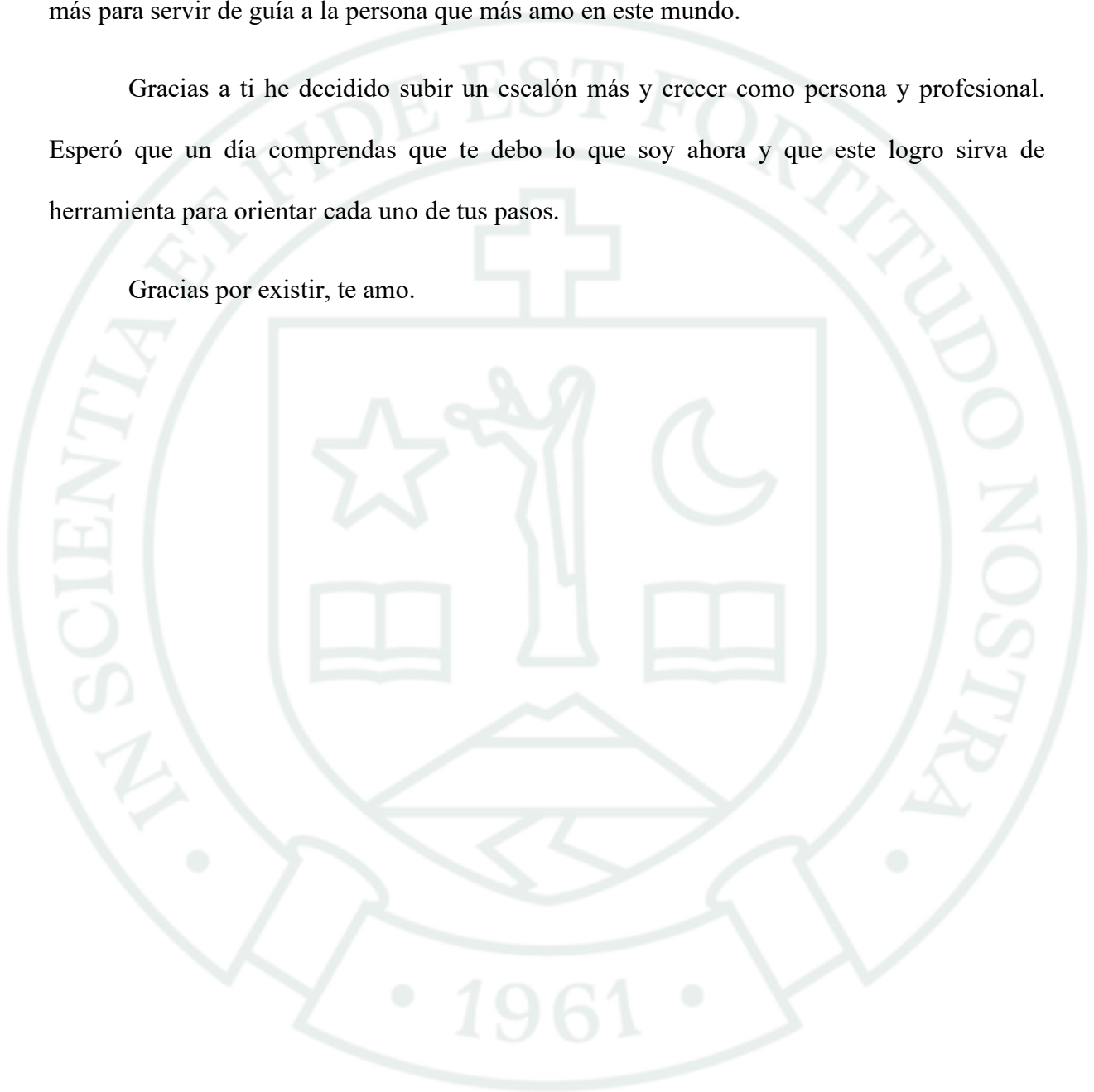
1%

DEDICATORIA

Aunque aún no lo sepas eres y serás lo más importante en mi vida, hoy he dado un paso más para servir de guía a la persona que más amo en este mundo.

Gracias a ti he decidido subir un escalón más y crecer como persona y profesional. Esperó que un día comprendas que te debo lo que soy ahora y que este logro sirva de herramienta para orientar cada uno de tus pasos.

Gracias por existir, te amo.



AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer en estas líneas todo el apoyo, la ayuda que muchas personas y colegas me han brindado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mi amada familia, Aracely y Noah quienes son mi apoyo incondicional y me inspiran día a día para seguir superándome.

A mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi proceso de formación, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos.

A mis más cercanos amigos y a mis futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Así mismo, deseo expresar mi gratitud a la Universidad Católica de Santa María, mi alma mater; donde pude adquirir en estos años, todo el conocimiento para poder ser un profesional de calidad.

Agradecer además tanto a NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A. como a todas las personas que conocí al iniciar mis labores, por las atenciones e información brindada a lo largo de esta investigación.

RESUMEN

La presente investigación abordó la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en el proyecto “Reemplazo de Precipitadores Electrostáticos Húmedos – Planta 1” de la Refinería de Zinc NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A., con el propósito de optimizar la planificación y ejecución de las actividades del proyecto. El objetivo general consistió en optimizar la gestión del proyecto mediante la integración de herramientas digitales que permitieran anticipar interferencias, optimizar recursos y reducir desviaciones en el cronograma. Para lograrlo, se establecieron objetivos específicos orientados a la evaluación del estado actual de la infraestructura existente, la identificación de herramientas BIM adecuadas, la elaboración del cronograma de ejecución y el análisis de mejoras y lecciones aprendidas obtenidas en los talleres de constructabilidad y riesgos operacionales.

La metodología BIM fue implementada utilizando herramientas de la plataforma Autodesk, MS-Project y software de gestión de datos de Microsoft, lo que permitió identificar interferencias, planificar maniobras y mejorar la coordinación interdisciplinaria. Gracias a esta implementación y a la estrategia de realizar las actividades durante la parada de planta mayor anual de la refinería, el tiempo estimado de parada de planta se redujo de 44 días a 10 días, aprovechando la parada mayor anual, lo que representó un ahorro económico de más de 20 millones de dólares, al evitar días de inactividad productiva.

Palabras Clave:

Building Information Modeling, Precipitadores Electrostáticos Húmedos, optimización.

ABSTRACT

This research addressed the application of the Building Information Modeling (BIM) methodology in the "Wet Electrostatic Precipitator Replacement - Plant 1" project at the NEXA RESOURCES CAJAMARQUILLA S.A. Zinc Refinery, with the aim of optimizing the planning and execution of project activities. The overall objective was to optimize project management by integrating digital tools that would allow for anticipating interferences, optimizing resources, and reducing schedule deviations. To achieve this, specific objectives were established, focusing on assessing the current state of the existing infrastructure, identifying appropriate BIM tools, developing the execution schedule, and analyzing improvements and lessons learned from the constructability and operational risk workshops.

The BIM methodology was implemented using tools from the Autodesk platform, MS-Project, and Microsoft data management software, which enabled the identification of interferences, planning maneuvers, and improving interdisciplinary coordination. Thanks to this implementation and the strategy of carrying out activities during the refinery's major annual plant shutdown, the estimated plant shutdown time was reduced from 44 days to 10 days, taking advantage of the annual major shutdown, which represented economic savings of more than \$20 million by avoiding days of production downtime.

Keywords:

Building Information Modeling, Wet Electrostatic Precipitators, optimization.