



Nº 19, Febrero 2024

REVISTA

Ingeniería e Investigación



Comprometidos con el desarrollo del país



VIGUETA PRETENSADA AUTOPORTANTE



Es un producto innovador que está pensado en facilitar el proceso constructivo de las losas y contribuir al medio ambiente, gracias a que no necesita apuntalamiento para el vaciado de la capa de compresión, de esta manera obtenemos un ahorro significativo de madera, tiempos de ejecución y mano de obra.

- ✓ La única Vigueta Autoportante del mercado.
- ✓ No necesita apuntalamiento hasta 6 m de luz libre.
- ✓ Gran ahorro de cemento en el vaciado de la losa.
- ✓ Sección geométrica tipo I.

Descarga la
ficha técnica



Contáctanos:

Línea Gratuita
 800 16 2023

WhatsApp
 705 13 827

NUESTRAS CERTIFICACIONES:



NB - 997

GARANTIZA LA CALIDAD
DE LA VIGUETA EN
SU PRODUCCIÓN Y
RESISTENCIA.



LA PAZ:

Oficina Central:
Calle Casimiro Corrales
N° 1237 Edif. Casso
Z. Miraflores

Sucursal Zona Sur:
Av. Muñoz Reyes
N°1210 Edif. Michelle
Z. Cota Cota. C. 25

EL ALTO:

Sucursal Villa Bolívar:
Av. Ladislao Cabrera -
Terminal Metropolitana
de El Alto Piso 1
oficina PP-G.

Sucursal Río Seco:
Av. Juan Pablo II
N° 67 (Ex tranca)
Z. Río Seco.

PRESENCIA NACIONAL:

ORURO, TARIJA, COCHABAMBA,
POTOSÍ, UYUNI, COPACABANA,
LLALLAGUA Y TUPIZA.

Construcciones sólidas, compromiso sostenible



SOBOCE



KRAKEN

Servicios Generales S.R.L.



ELECTRICIDAD

Provisión de equipamiento eléctrico para alta, media y baja tensión con representación en Bolivia de importantes marcas de renombre internacional.

Construcción de líneas de media y baja tensión.

Realizamos instalaciones eléctricas industriales, sistemas de puesta a tierra, mantenimiento y reparación de equipamiento eléctrico en general (generadores, UPS, transformadores, etc). Especialistas en trabajos eléctricos en áreas clasificadas explosivas.

OBRAS CIVILES

Diseño, fiscalización, supervisión y ejecución de obras de mediana y gran envergadura.

Diseño arquitectónico, estructural y cálculo de edificaciones. Remodelaciones y reparaciones de edificaciones.

Mantenimientos de infraestructura civil. Gestión, administración y control de obras. Construcción de obras civiles para áreas clasificadas explosivas.

OIL & GAS

Amplia experiencia en diseño y construcción de plantas de engarrafado respaldados por nuestra representada exclusiva en Bolivia Makeen Energy (Kosan Crisplant).

Especialistas en instalaciones y mantenimiento de plantas y equipos asociados al engarrafado y distribución de GLP.

Provisión de equipos y accesorios para GLP: Balanzas de llenado, válvulas, vaporizadores de fuego directo, medidores de nivel porcentual, bombas, compresores, reguladores, flexibles y otros materiales para áreas clasificadas.

OTROS SERVICIOS

Alquiler de generadores, UPS, Grúas y Carro canasta.

KRK S.R.L.
Especialistas en Energía



MAKEEN
ENERGY



DISAS



SanLiFuErMao
FERRETERÍA DE LÍNEA

La Paz: Calle Macario Pinilla esquina Av. 6 de Agosto Nº 2614 ,
Edificio Torre Vitruvio, Piso 7, Oficina 703 - Zona Sopocachi.
Telf: (591-2)-2431393, (591-2)-2432905.

Santa Cruz: Av. Banzer (Av. Cristo Redentor) entre Sexto y
Séptimo Anillo, Torre Atlantis, Local 9.
Telf: (591-3)-3421042, (591-3)-3257752.



CONSEJO EDITORIAL

Ing. Gisela Chumacero Tellez
Ing. Eduardo Velasquez Suarez
Lic. Taíde Guardia Flores

EDICIÓN GENERAL

Lic. Taíde Guardia Flores

ASESOR COMERCIAL

Sr. Rubén J. Casas Condori

DIAGRAMACIÓN

Kim•Art Arte Gráfico

IMPRESIÓN

UNICAB – Industria Gráfica

El contenido de los artículos publicados en esta revista, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

PROPIEDAD LITERARIA E INTELECTUAL

Sociedad de Ingenieros de Bolivia
Depósito Legal: 4-3-10-14

Oficina Nacional: Av. 16 de Julio N° 1440
Edif. Herrmann piso 8 of. 804
Tel.: Fax. (591) (2) 2331833
(2) 2331832 - (2) 2370348
sibnacional@sib.org.bo
La Paz- Bolivia

www.sib.org.bo

PRESENTACIÓN

Las ingenieras y los ingenieros deben ser profesionales éticos y honorables, debiendo realizar sus labores con integridad, manteniendo un comportamiento adecuado y enalteciendo la profesión y actuando bajo los principios establecidos en nuestro Código de Ética Profesional.

Es por ello que, en esta oportunidad, nos honra presentar una serie de artículos científicos, de diversas áreas de la ingeniería, que recogen resultados originales e inéditos de investigaciones realizadas con responsabilidad profesional que proporcionan una eminente contribución al conocimiento científico y tecnológico.

La edición N°19 de la revista Ingeniería e Investigación, entre otras investigaciones que enriquecen este número, presenta artículos técnicos de Ingeniería Electrónica, sobre el diseño y construcción de un robot móvil híbrido multipropósito de bajo costo, que puede ser controlado remotamente a través de un dispositivo móvil o vía internet; también podemos encontrar aportes en el área de la Ingeniería de Sistemas referentes a la influencia de la inteligencia artificial en la educación y la ciberdelincuencia; además de los resultados de la mesa de trabajo sobre Infraestructura Sostenible gestionada por nuestro aliado estratégico, la Fundación Construyendo y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Para la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, es de gran importancia difundir las investigaciones remitidas por los autores y sobre todo coadyuvar con la socialización del conocimiento y aportes en el campo de la ingeniería.

Ing. Jorge Alberto Vaca Raslan
Presidente
Sociedad Ingenieros de Bolivia

Contenido:



6. ANÁLISIS DE LA COHERENCIA ENTRE LA ESTIMACIÓN DEL PERÍODO FUNDAMENTAL Y LOS FACTORES DE REDUCCIÓN DE LA NORMA BOLIVIANA DE DISEÑO SÍSMICO
Ing. Daniel Saavedra Maldonado – R.N.I. 29813
10. BALDOSAS ECOLÓGICAS A BASE DE FIBRAS DE BOTELLAS PLÁSTICAS RECICLADAS
Ing. George Walker Carretero Cordero – R.N.I. 26137
14. “COMPARACIÓN CUALITATIVA DE SOFTWARES DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE ACUERDO CON EL MÉTODO AASHTO-93 EN PAVIMENTOS FLEXIBLES”
M.Cs. Ing. Jarín Hasbel Alcalá Castro – R.N.I. 24606 - Ing. Vismar Oporto Pardo – R.N.I. 53778 - Ing. José Miguel Aruquipa Mendoza – R.N.I. 2029 - M.Cs. Ing. Pamela Goytia Quispaya – R.N.I. 22294
16. CIBERDELINCUENTES
Ing. Jhonatan Deivis Laguna Costano – R.N.I. 42566
19. REVOLUCIÓN SILENCIOSA:
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO CATALIZADOR DEL CAMBIO EDUCATIVO
Mgr. Ing. Juan Carlos Claros Guzmán – R.N.I. 41506
22. GEMELOS DIGITALES:
LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA IMPULSAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA
Ing. Néstor Dennis García Ocaña – R.N.I. 13426
25. USO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD, PROCESADOS EN LA PRIMERA PLANTA DE TRANSFORMACIÓN DEL PAÍS Y SU FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN.
Ing. Aliaga Choque Rodolfo Angel – R.N.I. 33740
28. INFLUENCIA DE LAS VARIACIONES HORARIAS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE CÁRCAMOS PARA AGUAS RESIDUALES
Ing. Rodrigo Salazar Murillo – R.N.I. 28585
31. LA GESTIÓN DE PROYECTOS, LA COLUMNA VERTEBRAL EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN MODERNA DE EDIFICACIONES
Ing. Sergio Avila Hamel - R.N.I. 28914
34. MESA DE INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE BOLIVIA
Ing. Daniel Montenegro Camacho – R.N.I.46593 - Ing. Maria Alejandra Aguirre Iriarte – R.N.I. 10598
38. ROBOT MÓVIL HÍBRIDO MULTIPROPÓSITO DE BAJO COSTO
Ing. Wilson Amado Miranda Mendoza - R.N.I. 23188
42. CUMPLIR NECESIDADES/EXPECTATIVAS DEL CLIENTE MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO
Mgr. Ing. Sarela Valerie Villarroel Herrera- R.N.I. 33445
45. ¿CRISIS DEL GAS?, LAS ALTERNATIVAS QUE TENEMOS ¿LITIO? Y EL DESORDEN ADMINISTRATIVO
Ing. Alvaro Isaías Martínez Murillo - R.N.I. 51770
48. ESTACIÓN DE CARGA MÓVIL CON MONITOREO EN TIEMPO REAL
Ing. Christian Ricardo Tusco Zegarra - R.N.I. 49941
51. USO DE DRONES (RPAS) CON SISTEMAS PPK PARA EL DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN.
Ing. Nelson Aguilar Sejas – R.N.I 18.904
54. PLASTIFORTE REALIZÓ LAS JORNADAS INTERNACIONALES INNOVACIÓN PARA PROYECTOS HÍDRICOS..
Plastiforte® Tecnología y soluciones para el agua

OTIS Bolivia



CGI Ltda.

Cía. Comercial General Industrial Ltda.

ASCENSORES Y ESCALERAS MECÁNICAS

LA PAZ: Calle Reyes Ortiz esq. Federico Zuazo Nro 73
Edificio Torres Gundlach, Torre Oeste, piso 15.
Telf: 2-2337696 • e-mail: info@otisbolivia.com

SANTA CRUZ: Av. Ovidio Barbery esq. calle 2, Edif. La Salle, piso 2.
Telf: 3-3397052 • e-mail: infoscz@otisbolivia.com

COCHABAMBA: Calle Elena Rendón, No 0371, entre calle Atahualpa y calle S. Mendoza.
Telf: 4-4798445 • e-mail: infocba@otisbolivia.com

Análisis de la Coherencia entre la Estimación del Período Fundamental y los Factores de Reducción de la Norma Boliviana de Diseño Sísmico

Ing. Daniel Saavedra Maldonado – R.N.I. 29813

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor de San Andrés con Maestría en Ingeniería Estructural otorgado por la Universidad Nacional Autónoma de México, actualmente estudiante de doctorado en “The University of Tokyo” e investigador en “The Earthquake Research Institute of Japan”.

RESUMEN

El control de desplazamientos inelásticos es una tarea importante del diseño sísmico. Newmark y Veletsos propusieron ecuaciones que relacionan la respuesta inelástica y la demanda elástica para estructuras de periodo corto y periodo largo. Las normas de diseño sísmico adoptaron estas ecuaciones y mantienen una coherencia con la idealización del modelo para estimar el periodo fundamental de estructuras de concreto reforzado. Sin embargo, la Norma Boliviana de Diseño Sísmico adopta un criterio distinto a la ASCE7-16 al considerar el modelo estructural sin agrietamientos, esto conlleva a una disonancia entre el periodo fundamental y los factores de modificación de respuesta adoptados.

Palabras clave: Periodo fundamental, factores de modificación, y diseño sísmico

Key words: Fundamental period, modification factors, and seismic design

INTRODUCCIÓN

El método para la estimación de los desplazamientos horizontales de un edificio frente a acciones sísmicas, adoptado por la Norma Boliviana de Diseño Sísmico NBDS [1], consiste en modificar la demanda de desplazamientos elásticos con el factor de amplificación de respuesta. En consecuencia, la precisión del método está ligada a la estimación razonable: de las demandas sísmicas, del factor de amplificación de respuesta, y del periodo fundamental de la estructura. Particularmente, la idealización de los edificios de concreto reforzado con respecto a su rigidez lateral o periodo fundamental difiere entre las normativas de diseño sísmico, por ejemplo, las

Normas Técnicas Complementarias de México NTC-2020 [2] recomiendan evitar errores sistemáticos tales como considerar las secciones brutas de los elementos estructurales de concreto reforzado, e indica que se debe considerar las secciones agrietadas en la definición del modelo de diseño. Por otro lado, la normativa japonesa SCB [3] recomienda el uso de la rigidez inicial del sistema estructural antes del agrietamiento.

De manera similar, la norma boliviana PNB-1225001 considera la sección agrietada de los elementos estructural para el idealización del modelo, en contraste, la NBDS [1] indica que se debe considerar la sección bruta no agrietada. En consecuencia, este tema debe ser corregido para evitar la disonancia entre las normativas bolivianas, así como la confusión conceptual en la aplicación de estas. Dicho esto, el presente artículo no pretende discutir la preferencia de un criterio de una normativa con respecto a la otra, si no se enfoca en la coherencia entre los criterios de la estimación del periodo fundamental de la estructura con respecto a los factores de modificación de respuesta.

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA Y PERIODO FUNDAMENTAL

Newmark y Veletsos ^[4] encontraron que la respuesta inelástica del modelo estructural puede ser relacionada aproximadamente con la correspondiente demanda elástica de dicho modelo. El estudio de varios análisis numéricos sugirió estimaciones razonables al utilizar el concepto de energía constante para modelos con periodo corto y el concepto de desplazamiento constante para modelos de periodo largo, ambos representadas por las ecuaciones (1) y (2), respectivamente.

$$R_{(\mu)} = \sqrt{2\mu - 1} \quad (1)$$

$$R_{(\mu)} = \mu \quad (2)$$

Donde:

$$R_{(\mu)} = C_e / C_y \quad (3)$$

$$\mu = d_i / d_y \quad (4)$$

El factor de resistencia $R(\mu)$ representa la proporción entre la demanda elástica C_e y la resistencia de fluencia C_y , mientras que la ductilidad μ es la normalización del desplazamiento inelástico d_i con respecto al desplazamiento de fluencia del modelo d_y .

Las ecuaciones propuestas por Newmark y Veletsos ^[4] han sido ampliamente estudiadas e incorporadas en las normas de diseño sísmico. Por ejemplo, la norma japonesa SCB adopta la ecuación (1) de energía potencial constante, y para conservar la coherencia con la naturaleza de esta ecuación indica idealizar las secciones de los elementos estructurales de concreto reforzado sin agrietamiento para estimar el periodo fundamental del modelo, como se ilustra en la Figura 1. Por otro lado, la norma mexicana NTC2020 recomienda considerar el agrietamiento de los elementos estructurales de concreto reforzado modificando el momento de inercia de acuerdo con el cuadro 1. En consecuencia, la NTC2020 define periodos fundamentales de la estructura más largos, lo cual es coherente con la ecuación (2) adoptada por la normativa mexicana.

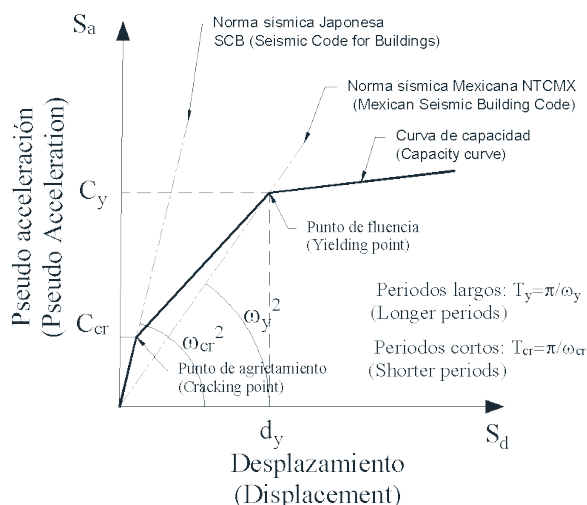


Figura 1. Definición del periodo fundamental de la estructura

Cuadro 1. Momento de inercia de elementos estructurales ^[2]

Elemento estructural	Momento de inercia
Vigas y muros agrietados	0.5 I_g
Columnas agrietadas	0.7 I_g
Columnas y muros no agrietados	I_g

La Figura 2 ilustra los factores reducción de resistencia (FRR) y el factor de amplificación de desplazamientos (FAD) adoptados por la norma ASCE7-16, donde el primero incorpora de manera interna el factor de sobre resistencia Ω_d . En contraste, otras normativas consideran el factor de sobre resistencia de manera independiente, por tanto, la razón entre FAD y FRR permite una comparación adecuada entre las normativas, como se muestra en el cuadro 2.

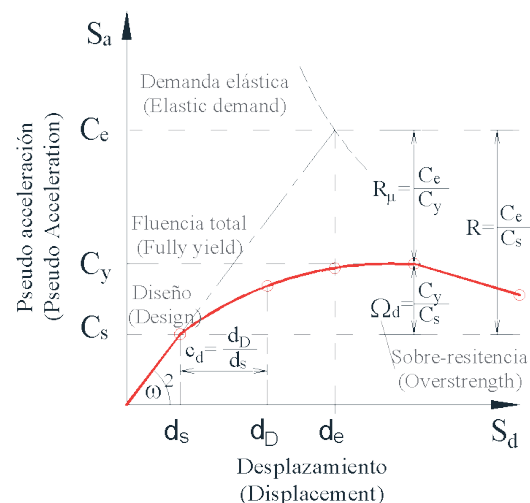


Figura 2. Factores de modificación de respuesta ^[5]

Cuadro 2. Razones FAD/FRF para distintas normas de diseño sísmico

Normativa	FRR	FAD	FAD/FRR	Criterio de agrietamiento
JBC (Japón)	Ds	Df	>1.0	No agrietadas
NTC (México)	Q ^a	Q	1.0	Agrietadas
ASCE7-16	R	Cd	0.5-0.9	Agrietadas
NBDS	R	Cd	0.5-0.9	No agrietadas

^a menor que Q para periodos cortos

Conceptualmente la norma ASCE7-16 considera la demanda de desplazamientos elásticos mayores a los desplazamientos amplificados de diseño d_D . Esta propiedad se refleja también en la razón entre los FAD y FRF con valores menores a 1. Ahora, si este es comparado con las ecuaciones propuestas por Newmark y Veletsos ^[4] se puede observar más cercanía con la ecuación (2) para modelos de periodo largo que con la ecuación (1). Por lo tanto, de manera similar a la NTC2020 la norma americana indica considerar las secciones agrietadas de los elementos estructurales de concreto reforzado.

La NBDS ^[1] está estrechamente relacionada con los criterios de la norma ASCE7-16 y adopta magnitudes similares de los factores FRR y FAD. Sin embargo, esta normativa boliviana adopta un criterio diferente con respecto a las consideraciones en estructuras de concreto reforzado, e indica que:

“Para efectos de esta Norma se pueden utilizar los momentos de inercia sin modificar.”

Esta diferencia de criterios conlleva una disonancia conceptual entre la estimación del periodo fundamental del modelo estructural y los factores de reducción de resistencia adoptados por la NBDS comprometiendo la precisión de los modelos adoptados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La primera NBDS es el resultado de un esfuerzo notable que responde a la necesidad de normativas para la práctica profesional de la ingeniería estructural en Bolivia. Y es imperativo estar a la vanguardia de las investigaciones para contribuir con el refinamiento de las normativas.

En lo posible, la armonía entre las normativas bolivianas es fundamental a fin de evitar confusiones y errores en la aplicación de estas. Además, es esencial conservar la coherencia conceptual entre los factores de modificación de respuesta y la estimación del periodo estructural para una adecuada práctica del diseño sísmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Obras Públicas, Servicios y Vivienda - MOPSV, “Norma Boliviana de Diseño Sísmico,” La Paz, Bolivia, 2023.
- [2] Secretaria de Obras y Servicios de la Ciudad de Mexico (SOS-CDMX), “Normas Tecnicas Complementarias (NTC-2020),” Mexico city, 2020.
- [3] Y. Ishiyama, “Introduction to Earthquake Engineering and Seismic Codes in the World,” Hokkaido University Lecture Note, pp. 1-111, 2 2011.
- [4] N. M. Newmark and A. S. Veletsos, “Effect of Inelastic Behaviour of the Response of Simple Systems to Earthquake Motions,” II WCEE, pp. 895-912, 1960.
- [5] C.-M. Uang and A. Maarouf, “Deflection Amplification Factor for Seismic Design Provisions,” Journal of Estructural Engineering, vol. 120, no. 8, pp. 2423-2436, 1994.

¿CONOCES

EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?



ESTABLECE:

El conjunto de normas, reglas y procedimientos, a los que los ingenieros y otros profesionales registrados en la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, se encuentran sujetos.

El Código de Ética Profesional, aprobado en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento.

Para más información visita:
www.sib.org.bo



Comprometidos con el desarrollo del país



KLIMAX

REPRESENTANTES DE:



VISITANOS EN: WWW.KLIMAXBOLIVIA.COM

EXPERTOS EN SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

OTRAS INSTALACIONES

- TRATAMIENTO DE ATMÓSFERAS ESPECIALES Y RECINTOS HOSPITALARIOS
- SISTEMAS DE GAS (GN, GLP) Y MÉDICOS
- PROTECCIÓN DE INCENDIOS
- SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR

OFICINA LA PAZ

CALLE ROSENDO GUTIERREZ N° 708

CASILLA 566

E-MAIL: KLIMAXLP@KLIMABOLIVIA.COM

TELF.: (591-2) 241-3822 / 241-2745

CEL: (591) 70514208

FAX: (591-2) 241-0038

OFICINA SANTA CRUZ

AV. LOS BOSQUES N° 4640 (FRENTE COND. PORTOFINO)

CASILLA: 4835

E-MAIL: KLIMAXSC@KLIMAXBOLIVIA.COM

TELF.: (591) 70668636



INGEETRONIC SRL

Cableado estructurado en cobre y fibra óptica

Videoportería

Sistema de Videovigilancia

Sistema WiFi

Centro de Procesamiento de Datos

Gestión de Turnos

Switches, Routers, Firewalls, Telefonía y Servidores

Somos una empresa que brinda servicios de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones con 12 años de trabajo continuo en el mercado boliviano. Contamos con personal altamente calificado y certificado. Todos los días dedicamos nuestra experiencia y soluciones óptimas para nuestros clientes, brindándoles servicios de calidad, ética profesional e innovación tecnológica.

12

Años de Trayectoria Continua

Control de Intrusión

Detección de Incendios

Sistema de Control de Acceso

Busca Personas Digitales

Sistema de Localización de Personas y Activos

Sistema de Llamadas a Enfermeras

HIS, LIS, RIS, PACS Softwares para Hospitales

📍 Calle Juan Manuel Loza Nro. 1802 - Zona Miraflores - La Paz, Bolivia

☎ (591) 2 - 2244662 📞 (591) 2 - 2223599 📞 (591) 67009678

✉ info@ingeetronic.com 🌐 www.ingeetronic.com

Baldosas Ecológicas a Base de Fibras de Botellas Plásticas Recicladas

Ing. George Walker Carretero Cordero – R.N.I. 26137
Es Ingeniero Civil de la Universidad Técnica de Oruro

RESUMEN

Se compara las características mecánicas de las baldosas ecológicas de concreto con inclusión de fibras recicladas de las botellas plásticas, que en su composición tengan Tereftalato de Polietileno, con las baldosas tradicionales de concreto mediante técnicas que permitan identificar su resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión, para este efecto, se ensayarán baldosas elaboradas con una sola dosificación, donde se analiza con y sin la aplicación del reciclaje, estos resultados permiten aseverar que se puede dar la disminución de la contaminación de residuos sólidos de plásticos PET y se convierta en una nueva alternativa como insumo constructivo en baldosas.

PALABRAS CLAVE

Baldosas ecológicas, alternativas de materiales de construcción sustentables, medio ambiente y Tereftalato de Polietileno (PET).

INTRODUCCIÓN

Una práctica común en las ciudades, es depositar los residuos sólidos tanto orgánicos como inorgánicos a cielo abierto y sin clasificarlos, lo cual genera problemas ambientales (Choque Barrera, 2016).

A nivel nacional, los departamentos que generan una mayor cantidad de residuos sólidos son Santa Cruz, La Paz, Cochabamba, Tarija, Chuquisaca y Potosí principalmente. En relación al tipo de residuos, para el 2011 la composición media de estos residuos se componía de material orgánico con un 55.2 %, plásticos 10.2 %, papel y cartón 6.5 %, vidrios 2.9%, metales 2.5 % y otros con 22.7 % (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2011). Hay que acentuar que si bien se considera en estos parámetros a los plásticos por su peso específico que es ligero, tiende a afectar a los residuos sólidos por su expansión en volumen.

La hipótesis del proyecto describe, si se podrá contribuir a la disminución de la contaminación de residuos inorgánicos de botellas de plástico PET, si las baldosas ecológicas construidas con inclusión de fibras PET mejoran las características mecánicas de las baldosas.

DESARROLLO

DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN PARA LA FUSIÓN DEL PET

La función principal de la extrusora, es el de tratar de uniformar las características del material de plástico que se fundirá. Para poder controlar el producto, se monitoreó la temperatura en las bandas térmicas, en el cañón, en el dado y finalmente en el material extruido.

Por otra parte, se tuvo que controlar el tamaño del PET a introducir por la tolva, ya que con las características geométricas del tornillo de la extrusora, tiene un rango de tamaños que se deberán de introducir, debido que si es muy grande el material triturado la maquina tiende a atascarse en la huella del tornillo y si bien es muy pequeño, los hilos del tornillo no alcanzarán en arrastrar al material.

En un principio de la investigación, se tenía solo una banda térmica, pero el PET triturado no se fundía con el calor, posteriormente se fue aumentando las bandas térmicas hasta llegar a 3 piezas, que en este caso se lo efectuó de forma empírica, teniendo en cuenta el rendimiento del material que salía del proceso, en nuestro caso para una revolución de 48 rpm obteníamos 8.43 [kg/hr].

Teniendo la siguiente tabla de control para el proceso de la extrusora:

Tabla 1. Datos estadísticos de control para el proceso de la extrusora

NÚMERO DE ENSAYOS	25
TEMPERATURA PROMEDIO DEL MATERIAL ESTRUIDO [°C]	294,88
CONFIANZA DE LA TOLETANCIA [%]	95,00
RANGO DE ERROR [°C]	333,97
	255,79

Fuente: Elaboración propia

DEL PROCESO DE CENTRIFUGACIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN A FIBRA

Este proceso nos ayuda a transformar de un material de plástico fundido a fibra, para esto se tiene que entender que el material fundido, se vierte a un recipiente que se hace girar a una determinada revolución, siendo que el material fundido, desaloja por unos orificios que se tiene en los costados del recipiente con una fuerza centrífuga,

este proceso hace que el plástico fluido vaya tomando la forma de un hilo delgado, siendo que deberá de poseer un determinado espesor, siendo que este proceso mecánico hace que la fibra tenga un determinado espesor.

Tabla 2. Datos estadísticos de control para el proceso de la centrifugación

NÚMERO DE ENSAYOS	25
ESPESOR PROMEDIO DE LA FIBRA [μm]	258,48
CONFIANZA DE LA TOLETANCIA [%]	95,00
RANGO DE ERROR [μm]	291,06
	225,90

Fuente: Elaboración propia

DOSIFICACIÓN DE LA BALDOSA

Se efectúa la dosificación del hormigón con una resistencia característica a los 28 días de, 35 Mpa. Se vertirá fibra del plástico con una dosificación de 100 [gr] por 1 bolsa de Cemento de 50 [kg], en tal efecto se alcanzará a comparar las cargas de del módulo de rotura o flexión, resistencia a la compresión y a la tracción indirecta.

Tabla.3. dosificación del hormigón

Cemento	Arena	Grava	Agua
1	2,16	2,82	0,48

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Se realizan pruebas de Flexión, compresión y tracción indirecta:

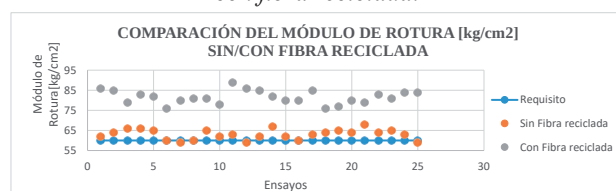
Fig. 1. Ensayos de resistencia a Flexión, compresión y tracción indirecta



Fuente: Elaboración propia

Módulo de rotura para Flexión: Este ensayo permitió determinar el grado de ductilidad de las baldosas con y sin fibra reciclada, teniendo como parámetro un valor nominal en requisito de 60[kg/cm²], los resultados arrojaron la siguiente información:

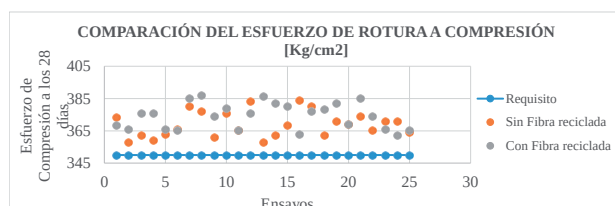
Fig. 2. Gráfico comparativo del módulo de rotura son y con fibra reciclada.



Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión, que es el resultado de aplicar una carga axial a una probeta cilíndrica de 15 [cm] de diámetro y 30 [cm] de alto.

Fig. 3. Gráfico comparativo del módulo de rotura son y con fibra reciclada.



Fuente: Elaboración propia

Tracción Indirecta.- Este método de prueba se utiliza para determinar la fuerza de rendimiento, la resistencia a la tensión final, la ductilidad, las características de endurecimiento por tensión, el módulo de Young o de elasticidad longitudinal y el coeficiente de Poisson de los materiales.

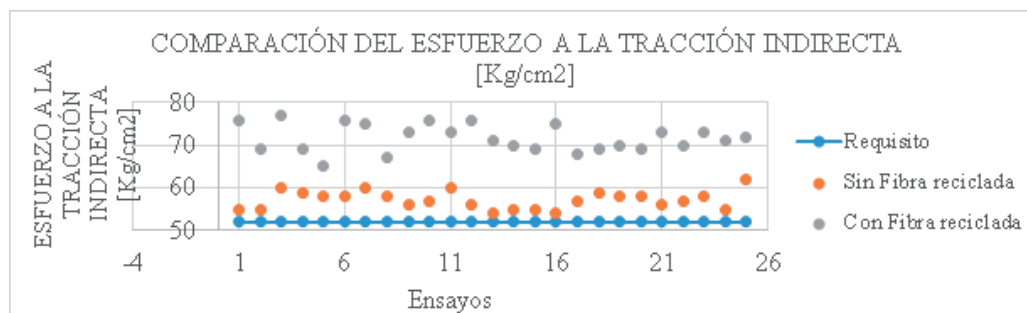


Fig. 4. Gráfico comparativo del módulo de rotura son y con fibra reciclada.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

En el ensayo del módulo de rotura a flexión 5 de 25 probetas elaboradas sin fibra reciclada no cumplen con el valor requerido de esfuerzo de 60 [kg/cm²], siendo que se trabajó al 95% de confianza en los resultados obtenidos se observa que el valor promedio de las baldosas elaboradas sin fibra reciclada es de 63.08[kg/cm²] con un error absoluto de 5.29[kg/cm²], y el valor promedio de las baldosas elaboradas con fibra reciclada es de 81.68[kg/cm²] con un rango de error de 6.86[kg/cm²], teniendo un incremento promedio de 18.6[kg/cm²].

En cuanto al ensayo de rotura a compresión todas las probetas cumplen con el valor requerido de esfuerzo de 350 [kg/cm²], siendo que se trabajó al 95% de confianza en los resultados obtenidos se observa que el valor promedio de las probetas elaboradas sin fibra reciclada es de 368.88[kg/cm²] con un error absoluto de 16.23[kg/cm²], y el valor promedio de las baldosas elaboradas con fibra reciclada es de 374.08[kg/cm²] con un rango de error de 16.54[kg/cm²], teniendo un incremento promedio de 5.2[kg/cm²].

Finalmente el ensayo de tracción indirecta todas las probetas cumplen con el valor requerido de esfuerzo de 52 [kg/cm²], siendo que se trabajó al 95% de confianza en los resultados obtenidos se observa que el valor promedio de las probetas elaboradas sin fibra reciclada es de 57.8[kg/cm²] con un error absoluto de 6.19[kg/cm²], y el valor promedio de las baldosas elaboradas con fibra reciclada es de 72.84[kg/cm²] con un rango de error de 7.29[kg/cm²], teniendo un incremento promedio de 15.04 [kg/cm²].

La inclusión de fibras recicladas a base de botellas de PET,

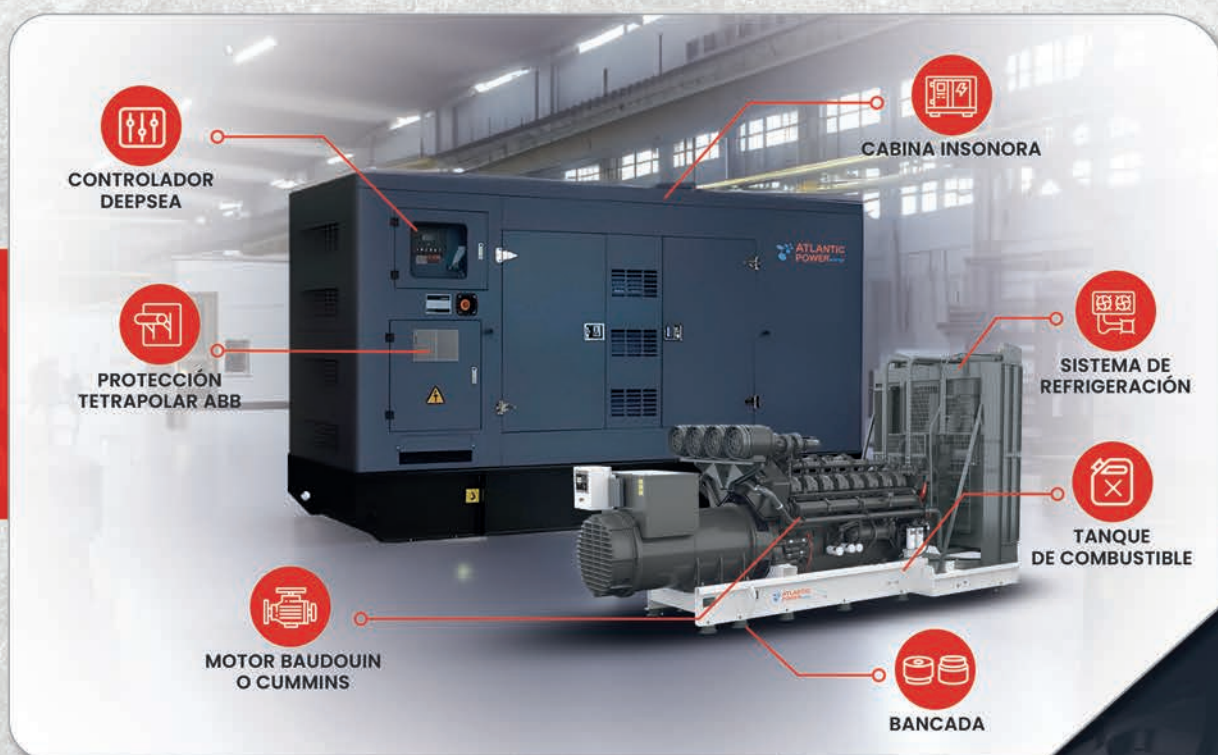
tiene grandes ventajas como el incremento a la resistencia a flexión y tracción indirecta, donde se puede terminar de concluir que a consecuencia de estos resultados, las botellas plásticas en los residuos sólidos pueden disminuir atribuyendo al uso en la construcción de baldosas ecológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angumba, J. (2016). LADRILLOS ELABORADOS CON PLÁSTICO RECICLADO (PET), PARA MAMPOSTERÍA NO PORTANTE"[Tesis de maestría]. Cuenca, Ecuador: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Recuperado el 1 de Octubre de 2019, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf> [Links]
- Plan de Desarrollo Municipal (2008-2012)
- Arana, G. (2018). Estudio asegura que bolsas de Bolivia no son biodegradables. El Deber.
- Choque Barrera, N. (2016). PROHIBICIÓN DEL USO DE BOLSA DE PLÁSTICO NAILON ANTE LA CONTAMINACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. La Paz, Bolivia: UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Recuperado el Octubre de 2019, de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18718/T-5048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2011). Diagnóstico de la gestión de residuos sólidos en el Departamento de Chuquisaca (Primera ed.). La Paz, Bolivia. Recuperado el 1 de Octubre de 2019, de <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/DIAGNOSTICO-DEPARTAMENTAL-CHUQUISACA.pdf> [Links]

GRUPOS ELECTRÓGENOS

PARA SOLUCIONES INDUSTRIALES



Con la garantía y calidad:



ATLANTIC
POWER_{energy}

Atlantic Power, experto en Grupos Electrónicos, se asocia con AMPER, líder en Bolivia para proveer **soluciones de alta calidad** en el sector industrial y de construcción, garantizando equipos de alto rendimiento y un servicio posventa excepcional.

Ambas marcas se comprometen a ofrecer confiabilidad y eficiencia, asegurando la plena satisfacción y el éxito de sus clientes.



LA PAZ:

C. Gosálvez N° 240
casi 6 de Agosto, PB
2-48 65 84 / 2-48 65 97



SHOWROOM LA PAZ:

Calle México n.º1790 Edificio
María Reyna PB
2-48 65 84



SANTA CRUZ:

Barrio Sirari Calle Los Claveles n.º507
3-41 94 95 / 610-03 462



705-20 769

www.amperonline.com

“Comparación Cualitativa de Softwares de Diseño Estructural de Acuerdo con el Método AASHTO-93 en Pavimentos Flexibles”

M.Cs. Ing. Jarin Hasbel Alcalá Castro – R.N.I. 24606

Es Ingeniero Civil de la Universidad Técnica de Oruro con Maestría en Ingeniería Estructural (UMRPSFXCH) y Maestría en Educación Superior (UMFA).

Ing. Vismar Oporto Pardo – R.N.I. 53778

Es Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Siglo XX (Mención Carreteras)

Ing. José Miguel Aruquipa Mendoza – R.N.I. 20292

Es Ingeniero Civil de la Universidad Técnica de Oruro

M.Cs. Ing. Pamela Goytia Quispaya – R.N.I. 22294

Es Ingeniero Industrial de la Universidad Técnica de Oruro con Maestría en Educación Superior (UNXXX)

RESUMEN

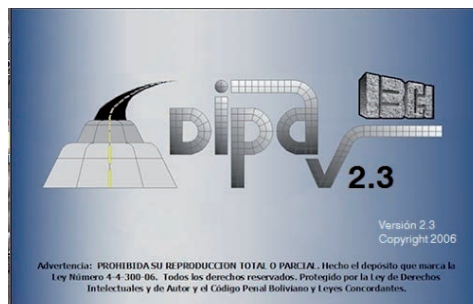
Debido a que en la actualidad es uso de programas es común en los procesos que implican realización de cálculos, se tiene a disposición una variedad de programas para el cálculo estructural de pavimentos flexibles, este trabajo realiza la comparación de los programas, para lo cual se realiza el cálculo manual de un tramo de la carretera Rurrenabaque – Riberalta mediante el método de AASHTO 93 con datos que se han ejecutado cómo patrón de comparación técnica y luego la descripción cualitativa del uso de los programas.

Palabras claves: Softwares, Pavimento Flexible, Diseño.

INTRODUCCIÓN

La investigación, evalúa los diferentes softwares de diseños estructural de pavimentos flexibles según el método AASHTO-93. Y realizar la comparación de los mismos de acuerdo a las cualidades que presentan, como puede ser: interfaz de manejo, ingreso de datos, facilidades, presentación de resultados y opciones extras, también se comparó el diseño realizado por los softwares con un diseño manual que sirva de parámetro de confiabilidad del cálculo. Para que tenga mayor validez se realizará la comparación en un tramo carretero ya diseñado de ejecución.

Imágenes de los softwares comparados



DESARROLLO

Comparación de resultados si es cualitativa o cuantitativa.

Al realizar la programación con la muestra de datos del proyecto RURRENABAQUE - RIBERALTA en estudio, se obtuvieron las diferentes capas por medio de cada uno de los softwares, manualmente estos datos permiten realizar una comparativa con los datos registrados.

Debido que los programas no solo se evalúan por los valores sino por la facilidad de uso de datos, la facilidad de la interfaz de uso de comprensión de los resultados entonces de esta comparación, consistirá en dos aspectos cuantitativo que evalúa todos los valores numéricos y se considerada mejor aquellos que se acercan a los valores calculado manualmente y también cualitativo es decir en facilidad de uso o manejo interfaz.

Cuantitativa.

A continuación, se muestran los cuadros cuantitativos (valores numéricos) donde están los resultados de las tres capas del pavimento estructural mostrando valor manual y con los programas calculados.

Tabla. Comparativo de los espesores calculados del pavimento RURRENABAQUE REYES. Manualmente y con los programas Tramo - I

	Manual	DIPAV 2.3	DISEÑO DE PAVIMENTOS	DISAASHTO-93
Capa asfáltica D1	5 Cm.	5 Cm.	6 Cm.	6 Cm.
Base granular D2	15 Cm.	15 Cm.	20 Cm.	15 Cm.
Sub base granular D3	25 Cm.	25 Cm.	30 Cm.	25 Cm.
Subrasante D4	45 Cm	45 Cm.	No calcula el programa	No calcula el programa
Observaciones	Calculo manual requiere 19 datos	Programa que requiere 19 datos	Programa que requiere 15 datos	Programa que requiere 12 dato

CONCLUSIONES

- ✓ Ningún programa es malo y dependiendo de las necesidades cada programa tiene una utilidad.
- ✓ El calculo manual mediante la norma AASTHO-93 dan los valores mas reducidos de espesores, lo que implica que cumplen la normativa y serían los valores óptimos en términos de costos.
- ✓ DIPAV 2.3 es un programa de paga, completo en cuanto a proceso y obtención de resultados, es la mejor opción en términos de cálculo, requiere la mayor introducción de datos, igual al cálculo manual.

- ✓ DISEÑO DE PAVIMENTOS es la mejor opción si se requiere un diagnóstico o un cálculo previo, requiere menos datos y el programa es gratis.
- ✓ DISAASHTO-93 semejante al anteriormente mencionado con la direferencia que requiere menor cantidad de datos.
- ✓ Los análisis realizados por los softwares y las consultas a los autores de estos confirman que es posible comparar del valor de ESAL's y las capas estructurales con la información que se conoce.
- ✓ Todos los softwares poseen una interfaz intuitiva, siendo para realizar cálculos que tomarían mucho tiempo realizar sin ayuda de un ordenador.
- ✓ El patrón de comparación se basa mediante la norma AASTHO-93, se conoce que su concepción del método sigue la metodología mecanístico empírico, lo cual significa que constituye ecuaciones basadas directamente a aproximaciones de resultados de laboratorio medibles, por lo que en la medida que si están cambian por la evaluación natural de las investigaciones los programas se verán afectados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO, A. (2001). Asociacion Americana de Autoridades Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte. Washington, EE. UU.
- ABC. (2011). Manual De Especificaciones Tecnicas Generales De construccion. (Manual). Administradora Boliviana de Carreteras, La Paz Bolivia.
- Chávez, a. c. (2018). Modelación multicapa elástica de pavimentos flexibles en el salvador mediante la aplicación de software (Universidad de salvador) San Salvador Salvador.
- Castro, S. M. (2021). Diseño estructural de pavimento flexible según la metodologia AASHTO 93 la transitabilidad de la calle san pedro, en el distrito de jequeteque, pacasmayo, la libertad Trujillo, Peru.
- Javier C, T. (2015). "Diseño de pavimento asfalto por el metodo AASHTO - 93 empleando el software DISAASHTO-93". (Universidad Militar Nueva Grande). Bogota Colombia.
- Garcia, A. (2015). Diseño de pavimento asfaltico por el metodo AASHTO 93 empleando el software disaashto 93. (Programa de especialización en Ingenieria de pavimentos). Universidad militar nueva granada, Bogota, Colomba.
- MTC, M. (2013). Manual de carreteras. Libro. Lima Peru.

CIBERDELINCUENTES

Ing. Jhonatan Deivis Laguna Costano – R.N.I. 42566

Es ingeniero de Sistemas de la Universidad Salesiana de Bolivia con Posgrado en Redes y Ciberseguridad.

RESUMEN

El presente estudio, tiene como propósito demostrar el incremento de la ciberdelincuencia en el tiempo de Pandemia COVID 19 en Bolivia, ya que dio origen a hechos delictivos digitales mediante el uso de herramientas tecnológicas. Asimismo, la falta de conocimiento de la población boliviana de distintas edades entre ellos niños, adolescentes, jóvenes universitarios y por qué no decir, adultos que realmente son sujetos propensos a estafas cibernéticas.

Estos ataques cibernéticos en los diferentes campos como ser: redes sociales, ciberacoso, phishing, malware, hacking, pharming, entre otros, se vieron favorecidos por los ciberdelinquentes (hackers), ante las restricciones de la cuarentena, el cual provocó la inquietud de los mencionados a optar por adquirir conocimiento, y poner en práctica con hechos delictivos digitales y en algunos casos simplemente por inquietud y curiosidad. Si bien el COVID 19 impulsó al uso de herramientas tecnológicas Web 2.0, TICs, en nuestro país, ya que antes de esta crisis pandémica no se empleaba el uso de dichas herramientas tecnológicas, pero también jugó un papel muy importante por la falta de conocimientos en el incremento de la ciberdelincuencia por medio de los delinquentes digitales (hackers).

Palabras Clave: Ciberdelincuencia, TICs, Herramientas tecnológicas, ataques cibernéticos, hackers, COVID 19, Ciberdelinquentes.

Keywords: Cybercrime, TICs, Technological tools, cyber-attacks, hackers, COVID 19, Cybercriminals.

por redes sociales o por la mensajería instantánea de WhatsApp, asimismo, el grooming está relacionado con el bullying y el ciberacoso, el phishing, vishing, malware, hacking, pharming.

A causa de esto, la ciberdelincuencia no solo ha aumentado, sino que también se ha adaptado. Los delinquentes cibernéticos, se ayudan de las últimas tecnologías, utilizadas por la sociedad para sacar provecho como, por ejemplo, las estafas efectuadas a través de mensajes a WhatsApp, el cual puede que conozcan o no a su víctima para realizar muy bien su golpe. Los Ciberdelinquentes no solo lograron evadir los controles de las políticas de seguridad en las redes sociales, TICs, entre otros, sino que aprendieron a realizar ataques sin dejar ningún rastro. Por ende, debemos fomentar y aplicar la seguridad digital con el fin de evitar riesgos y prevenir cualquier tipo de delitos y amenazas, asimismo desarrollar más leyes en nuestro país que castiguen estos ataques a los ciberdelinquentes.

¿Qué es un ciberdelincuente?

“Es aquella persona que realiza actos delictivos mediante un entorno digital con el uso de internet y cometiendo robo de información, acciones ilegales y antijurídicas con herramientas tecnológicas”.

Estos ciberdelinquentes pueden actuar de forma individual o, por el contrario, pueden ser miembros de una organización criminal. Su motivación también es muy variada y puede fluctuar desde sentimientos de ira, venganza, desprecio, ansiedad, fines económicos, políticos y/o sociales.

Ciberataques en Bolivia

Los casos más recurrentes en Bolivia que se pueden evidenciar de acuerdo al índice de Ataques Cibernéticos realizados por los Ciberdelinquentes son:

Phishing: Los autores, quienes pueden operar desde cualquier parte del mundo desarrollan una página web alterna y fraudulenta. Como los casos en el departamento de Tarija, varios usuarios de esta red social han reportado haber recibido este tipo de enlaces, el cual el Ciberdelincuente realiza un ataque para intentar robar una identidad o dinero, mediante la obtención de datos personales.

Sabotaje informático: Este ciberdelito sucede cuando alguna persona, que puede ser ingeniero de sistemas,

INTRODUCCION

En la actualidad, vivimos en una sociedad que con el transcurso de los años nos encontramos cada vez más conectados por medio de la web, lo que quiere decir que trajo como consecuencia mayor dependencia hacia las TICs (tecnologías de la información y comunicación).

Desde los inicios de la pandemia por COVID 19 fueron naciendo otros términos de la ciberdelincuencia, el cual genera miedo en la población, ya que gracias a los ciberdelinquentes realizan actos delictivos o cibercrímenes como ser: la pornovenganza apunta a la mala intención de la expareja que publica fotos íntimas, haciéndolas circular

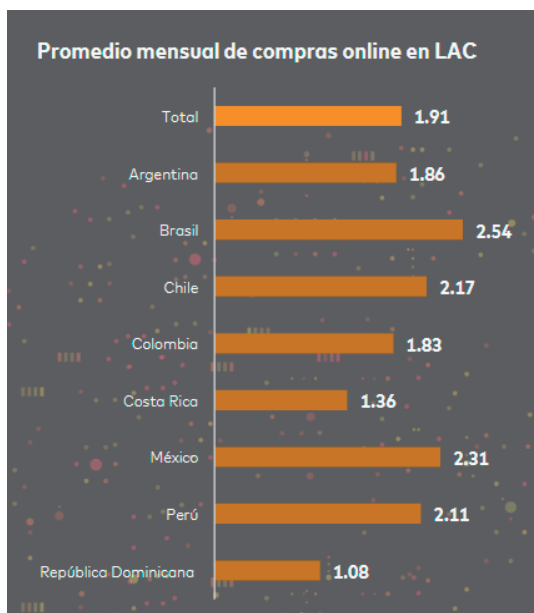
informático o conocedor de la internet, de forma maliciosa obstaculiza, modifica o comete cualquier otra acción que atente contra el normal funcionamiento de un sistema de información personal o de una institución.

Falsedad y amenazas: La falsificación y suplantación de identidad está ya contemplada en la legislación boliviana, consiste en que cierta persona averigua la contraseña de un correo electrónico ajeno y una vez que consigue ingresar modifica el contenido de cartas o documentos, o envía mensajes con diferentes fines a destinatarios.

RESULTADOS

Inseguridad digital en Latinoamérica

Según investigación de la Empresa MasterCard, América Latina y el Caribe se encuentran en un punto de inflexión



en materia de Ciberseguridad. La pandemia aceleró la adopción del comercio electrónico en la región lo cual ha traído tanto oportunidades como desafíos. A la par que crecieron los pagos digitales e-commerce¹, se han incrementado los ataques cibernéticos. Por esta razón los consumidores de la región han implementado medidas de seguridad digital. De acuerdo con un estudio reciente comisionado por MasterCard, el crecimiento del e-commerce en la región sigue al alza. México y Brasil son los mercados con mayor frecuencia de compra en línea con una media de más de dos transacciones al mes. En tanto, Costa Rica y República Dominicana están muy por debajo del promedio regional, con apenas una compra digital. En

Chile y Colombia las compras online ocupan el tercer lugar entre las actividades que más se realizan por internet. En el caso de Colombia, los jóvenes son quienes realizan más transacciones, ya sea a través de aplicaciones o en línea.

La reciente investigación detectó que los consumidores en América Latina y el Caribe se sienten vulnerables o atacados por ciberdelincuentes, los cuales Siete de cada 10 ya han sido víctimas de la ciberdelincuencia.

Bolivia sufre un ataque informático posteriormente a las Elecciones.



Luego de realizarse las elecciones electorales, el TSE aseguró que el ataque se realizó desde el extranjero, pero no precisó el país y que los resultados electorales siguen intactos.

Dicha noticia impacto en la transparencia de las elecciones presidenciales, pues según preguntas que realizaron periodistas a los ciudadanos existe la duda que los datos de los resultados de las elecciones son confiables, de tal modo que existió en nuestro país hubo resistencia a aceptar al nuevo mandatario del estado plurinacional de Bolivia, trayendo consigo descontento, cabildos de una nueva elección, bloqueos, etc.

Es importante saber que un ciberataque se constituye en un conjunto de acciones ofensivas contra sistemas de información, como bases de datos, redes computacionales, con intenciones de perjudicar, y que pueden tener diferentes objetivos, entre ellos la intención de dañar o alterar información. El Ciberdelincuente puede realizar perjuicio tanto a los equipos y sistemas que operan en la red anulando los servicios que prestan, afectando a los datos e información que se almacenan en bases de datos, robándolos, secuestrando la información para pedir rescate económico o usándolos para diversos fines.

¹ E-commerce o comercio por internet: Consiste en la compra y venta de productos o de servicios a través de internet, tales como redes sociales y otras páginas.

PROPUESTA

Según se pudo evidenciar en este tiempo de pandemia COVID 19 en nuestro país, este tipo de ataques cibernéticos incremento en gran medida y todo aquello nos tiene que llevar a reflexionar en algunos puntos importantes que hare notar.

1. Desarrollar capacitaciones permanentes de seguridad informática, políticas de uso, entre otras para las instituciones educativas e incluso para los padres de familia.
2. Las instituciones universitarias de cualquier carrera tienen que tener la capacidad de entender, comprender y reconocer ciberataques con la finalidad de salvaguardar su información personal y también su integridad física.
3. El gobierno Boliviano tiene que trabajar más en el desarrollo de nuevas leyes digitales y cibernéticas que resguarden la integridad de los ciudadanos (victimas) y sancionar a los ciberdelincuentes como lo hacen en países vecinos.
4. Generar más información sobre la Ciberdelincuencia y propagarlo mediante los medios de comunicación con propagandas, anuncios, carteles, entre otras para que nuestra población pueda informarse y no caer fácilmente en los cibercrímenes.

CONCLUSIONES

En el mundo actual pocos son ya los ámbitos de la sociedad donde no están presentes el uso de la web 2.0, redes sociales y TICs, y este continuará aumentando en el futuro, por ello, se debería proyectar un Modelo de Seguridad de la Información, ya que nuestro país presenta deficiencias o un grado de conocimiento escaso sobre Ciberseguridad y por el hecho de la crisis pandémica por COVID 19, situación que llevo a la población boliviana a utilizar los dispositivos electrónicos (laptops, Smartphone, tablets, etc.) y con ello el uso de las TICs mejore este aspecto, sin embargo, es necesario invertir en infraestructura tecnológica como ser laboratorios informáticos con equipos especializados, para implementación de medidas de seguridad informática, protegiendo el activo más valioso, la información. Por tal motivo, es necesario contar con un modelo de seguridad de la información adaptable a nuestro contexto nacional, que considere aspectos de los principales estándares

internacionales, leyes, normas, mejores prácticas, metodologías y documentos oficialmente reconocidos, tales como las ISO que son un conjunto de normas que nos brindan apoyo, sostenibilidad, equilibrio y sobre todo integridad.

RECOMENDACIONES

Actualmente la población boliviana, se encuentra en progreso del uso de las herramientas tecnológicas y ello acarrea muchos problemas como la falta de conocimiento sobre la Ciberdelincuencia, lo cual para contrarrestar esa falencia, se recomienda que se creen programas referentes al uso correcto de las TICs, redes sociales, entre otros, que coadyuven a no cometer errores los cuales puedan dar paso a la ciberdelincuencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, L. J. (s.f.). ESTADO DEL ARTE DE LA CIBERSEGURIDAD. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3837217.pdf>
- E-Gov. (10 de 08 de 2012). CRIMINALIDAD INFORMÁTICA EN BOLIVIA. Obtenido de <https://egov.ufsc.br/portal/conteudo/criminalidad-inform%C3%A1tica-en-bolivia>
- Maroto, J. P. (s.f.). EL CIBERESPIONAJE Y LA CIBERSEGURIDAD. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4549946.pdf>
- Mastercard. (s.f.). El desafío de la ciberseguridad en América Latina y el Caribe. Obtenido de https://www.mastercard.com/news/media/xpuetfcn/security-barometer-report_if_report-visual.pdf
- Rica, T. d. (2022). ¿QUÉ DEBE CONTENER UN ARTÍCULO CIENTÍFICO? Obtenido de <https://www.tec.ac.cr/debe-contener-articulo-cientifico>
- Wikipedia. (27 de 07 de 2022). Comercio Electronico. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Comercio_electr%C3%B3nico
- Zabaleta, R. R. (s.f.). Grado de madurez en Boliviasobre la Seguridad de la Información. Obtenido de https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/inf_fcpn_pgi/article/download/78/65

Revolución Silenciosa: La inteligencia artificial como Catalizador del Cambio Educativo

Mgr. Ing. Juan Carlos Claros Guzmán – R.N.I. 41506

Es ingeniero de Sistemas de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” con maestrías en Sistemas de información y gestión de tecnologías (UMSS), Telemática (UMSS), Educación Superior (UMSA) y Seguridad, Defensa y Desarrollo (Universidad Militar Mcal. Bernardino Bilbao Rioja)

RESUMEN

El artículo examina la influencia de la inteligencia artificial (IA) en la educación, destacando tanto sus beneficios como desafíos. La IA posibilita una personalización del aprendizaje a gran escala, mejorando la inclusión y eficiencia en la educación. Sistemas como tutores inteligentes y plataformas adaptativas personalizan contenidos basándose en las necesidades de los estudiantes. La IA también automatiza tareas administrativas y mejora la evaluación educativa con métodos más sofisticados. Sin embargo, presenta desafíos éticos como la privacidad de datos y el riesgo de agravar desigualdades educativas. Para una implementación efectiva, es crucial la formación de educadores en estas tecnologías. El artículo concluye que, si bien la IA es prometedora para transformar la educación, su uso debe ser equitativo y complementar las interacciones humanas, no reemplazarlas.

Palabras clave: Inteligencia Artificial (IA), Educación, Personalización del Aprendizaje, Tutores Inteligentes, Aprendizaje Adaptativo

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una de las fuerzas más influyentes y transformadoras en diversos sectores, incluyendo la salud, la industria y, de manera significativa, la educación. Este fenómeno, a menudo descrito como una “revolución silenciosa”, está remodelando profundamente el paisaje educativo, introduciendo innovaciones que alteran tanto las metodologías pedagógicas como la experiencia del aprendizaje. (Sadiku et al., 2021)

Para Florea y Radu (2019), el surgimiento de la IA en la educación no es un acontecimiento aislado, sino el resultado de una convergencia de avances tecnológicos, demandas cambiantes de una economía basada en el conocimiento y

un reconocimiento creciente de la necesidad de métodos de enseñanza más personalizados y eficientes. La IA ofrece soluciones prometedoras a estos desafíos, permitiendo una personalización del aprendizaje a gran escala, optimizando los procesos educativos y proporcionando insights valiosos a través del análisis de grandes volúmenes de datos (Sadiku et al., 2021).

Sin embargo, la integración de la IA en el ámbito educativo no está exenta de desafíos y debates. Mientras que la promesa de una educación más adaptada a las necesidades individuales y eficiente es atractiva, surgen preguntas sobre la equidad en el acceso a estas tecnologías, la privacidad de los datos de los estudiantes y el papel cambiante de los educadores en un entorno cada vez más tecnológico.

Este artículo tiene como objetivo explorar el impacto y las implicaciones de la IA en la educación, analizando tanto sus beneficios potenciales como los desafíos asociados. Al hacerlo, se busca ofrecer una perspectiva equilibrada y detallada que ilustre cómo la IA puede actuar como un catalizador para un cambio significativo y positivo en la educación, preparando a los estudiantes para un futuro en el que la tecnología y el aprendizaje estén intrínsecamente entrelazados.

DESARROLLO

1. Personalización del Aprendizaje a través de la IA

La IA ha hecho posible la personalización del aprendizaje a una escala sin precedentes. Sistemas como los tutores inteligentes y las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan algoritmos para analizar el rendimiento y las preferencias de los estudiantes, adaptando el material educativo a sus necesidades específicas. Esto no solo mejora la retención del conocimiento, sino que también fomenta un entorno de aprendizaje inclusivo que atiende a diversos estilos y ritmos de aprendizaje.

2. Automatización y Eficiencia Mejorada

La automatización de tareas repetitivas y administrativas es otra área en la que la IA está teniendo un impacto significativo. Desde la calificación automatizada de exámenes hasta la gestión de horarios y recursos, la IA libera tiempo valioso para los educadores, permitiéndoles concentrarse en aspectos más críticos del proceso educativo como la interacción directa y el apoyo individualizado a los estudiantes (Florea y Radu, 2019).

3. Análisis de Datos para Mejorar la Enseñanza

Los sistemas de IA son capaces de analizar grandes volúmenes de datos educativos para identificar tendencias y patrones. Esto puede ser útil para descubrir áreas problemáticas en los currículos, evaluar la efectividad de distintas metodologías de enseñanza y proporcionar retroalimentación detallada a los educadores. De esta manera, la IA actúa como una herramienta poderosa para mejorar la calidad de la educación (Lu y Harris, 2018).

4. Innovaciones en la Evaluación Educativa

La IA también está transformando la manera en que se evalúa a los estudiantes. Más allá de las pruebas tradicionales, la IA permite el desarrollo de métodos de evaluación más sofisticados y personalizados que pueden medir una gama más amplia de competencias, incluyendo habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Hamal, El Faddouli, Alaoui Harouni, & Lu, 2022).

5. Desafíos y Consideraciones Éticas

A pesar de sus numerosos beneficios, la integración de la IA en la educación no está exenta de desafíos. Las preocupaciones sobre la privacidad de los datos y la seguridad son primordiales, especialmente cuando se trata de información sensible de los estudiantes. Además, existe el riesgo de que la IA pueda perpetuar o incluso exacerbar las desigualdades existentes en el sistema educativo, especialmente si su acceso no es equitativo (Tapalova, Zhiyenbayeva, & Gura, 2022).

6. Preparación y Formación de Educadores

Para una implementación exitosa de la IA en la educación, es esencial que los educadores estén adecuadamente preparados y formados. Esto implica no solo familiarizarse con las nuevas tecnologías, sino también desarrollar un entendimiento crítico de cómo integrar estas herramientas de manera efectiva y ética en sus prácticas pedagógicas (Florea & Radu, 2019).

7. Futuro de la IA en Educación

Mirando hacia el futuro, la IA tiene el potencial de seguir evolucionando y ofreciendo nuevas posibilidades para el ámbito educativo. Esto podría incluir el desarrollo de entornos de aprendizaje inmersivos y personalizados, con tecnologías como la realidad virtual y aumentada, y la creación de sistemas de IA aún más avanzados y adaptativos que puedan abordar las necesidades educativas en constante cambio (Sadiku et al., 2021).

CONCLUSIONES

La revolución silenciosa impulsada por la inteligencia artificial en el ámbito educativo no solo está transformando las metodologías de enseñanza y aprendizaje, sino también redefiniendo el futuro de la educación en sí. Esta tecnología emergente ofrece una promesa sin precedentes para personalizar y mejorar la experiencia educativa, pero también plantea desafíos significativos que deben ser abordados con cuidado y consideración.

Reflexionando sobre el impacto de la IA en la educación, es esencial reconocer que la tecnología por sí sola no es una panacea para todos los desafíos educativos. La implementación efectiva de la IA en entornos educativos requiere un enfoque equilibrado que considere las necesidades humanas y pedagógicas, así como los aspectos técnicos. Es crucial que la tecnología se integre de manera que complemente y enriquezca las interacciones humanas en el proceso educativo, en lugar de reemplazarlas.

Además, es imprescindible abordar las cuestiones de equidad y acceso. La IA tiene el potencial de ampliar la brecha educativa si su acceso se limita a ciertas instituciones o grupos socioeconómicos. Por lo tanto, es fundamental que los responsables políticos y educativos trabajen para garantizar que estas herramientas estén disponibles de manera equitativa, de modo que todos los estudiantes puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA.

RECOMENDACIONES

Se sugiere enfocar la inversión en la investigación y desarrollo de soluciones de inteligencia artificial (IA) para la educación, priorizando la creación de sistemas que sean éticos, transparentes y que pongan al usuario en el centro. Además, es esencial llevar a cabo una capacitación efectiva para los educadores en el uso de estas tecnologías. Asimismo, se debe establecer un marco ético y legal robusto para regular su uso.

La IA ofrece una oportunidad significativa para enriquecer y transformar la educación. Utilizándola de manera responsable y justa, se puede aspirar a un futuro en el que

la educación sea más personalizada, accesible y eficaz, preparando a las futuras generaciones para un mundo tecnológicamente avanzado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Sadiku, M. N. O., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. M. (2021). Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2(1). DOI: 10.51542/IJSCIA.V2I1.2. Disponible en: <https://www.ijscia.com/wp-content/uploads/2021/01/Volume2-Issue1-Jan-Fab-No.34-5-11.pdf>

Floreza, A. M., & Radu, S. (2019). Artificial Intelligence and Education. En *Proceedings of the International Conference on Control Systems and Computer Science*.

IEEE. DOI: 10.1109/CSCS.2019.00069. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8745248/>

Lu, J. J., & Harris, L. A. (2018). Artificial Intelligence (AI) and Education. *Digital Library*. Disponible en: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1228526/>

Hamal, O., El Faddouli, N.-E., Alaoui Harouni, M. H., & Lu, J. (2022). Artificial Intelligent in Education. *Sustainability*, 14(5), 2862. MDPI. DOI: 10.3390/su14052862. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/5/2862/pdf>

Tapalova, O., Zhiyenbayeva, N., & Gura, D. A. (2022). Artificial Intelligence in Education: AIED for Personalised Learning Pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5). DOI: 10.34190/ejel.20.5.2597. Disponible en: <https://doi.org/10.34190/ejel.20.5.259>

MultiMarcas electric
"Soluciones Eléctricas al servicio de tus proyectos"

FERRETERÍA DE LÍNEA

CONDUCTORES ELÉCTRICOS

ILUMINACIÓN

HERRAMIENTAS DE ALTO RENDIMIENTO

TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y DISTRIBUCIÓN

SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

Cel: 73521809 Telf: (2)-2820018
multimarcaselectric@gmail.com
www.m multimarcaselectric.com

GEMELOS DIGITALES:

La Revolución Tecnológica para impulsar la Productividad en la Industria

Ing. Néstor Dennis García Ocaña – R.N.I. 13426

Es Ingeniero Industrial de la Universidad Técnica de Oruro con Maestría en Ingeniería Industrial

RESUMEN

Los Gemelos Digitales, una innovadora tecnología surgida en la cuarta revolución industrial, son representaciones virtuales precisas de objetos, sistemas o procesos del mundo real. Estos gemelos son una representación visual digital, replicando el comportamiento y la dinámica del objeto o sistema que representan. Permiten simular y analizar diferentes escenarios antes de implementar mejoras y permite la toma de decisiones más informadas. Su evolución ha sido marcada por avances tecnológicos significativos, como la integración de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje de máquina. Se aplican en diversas industrias, desde la manufactura hasta la salud y la energía renovable.

Palabras Clave

Gemelo Digital, Digital Twin, Simulación, Innovación Tecnológica, Industria 4.0

INTRODUCCIÓN

Los Gemelos Digitales han surgido como una innovadora tecnología que está revolucionando la industria en diversos sectores, se trata de una tecnología en auge desarrollada en la cuarta revolución industrial, muy demandadas para las nuevas profesiones del futuro. Estos gemelos son representaciones virtuales precisas de objetos, sistemas o procesos del mundo real, creados a partir de datos y modelos digitales.

Un gemelo digital es una réplica virtual que abarca tanto la geometría (forma y estructura) como el comportamiento y la dinámica del objeto o sistema que representa. El objetivo principal de un gemelo digital es simular y modelar con precisión cómo opera y se comporta su contraparte física en tiempo real o en situaciones específicas.

Estos modelos digitales permiten a las empresas simular y analizar diferentes escenarios antes de implementar

cambios o mejoras en sus operaciones; esto ayuda a reducir riesgos, optimizar procesos, tomar decisiones más informadas, realizar un seguimiento y control.

DESARROLLO

Origen de los gemelos digitales en la industria

El término “gemelos digitales” se mencionó por primera vez en 1991, con la publicación de Mirror Worlds de David Gelernter. Sin embargo, se atribuye al Dr. Michael Grieves (entonces profesor de la Universidad de Michigan) la aplicación inicial del concepto de gemelos digitales a la fabricación en 2002 y el anuncio formal del concepto de software de gemelos digitales. Finalmente, en 2010, John Vickers de la NASA introdujo un nuevo término, “Gemelo Digital”.

Los gemelos digitales tienen sus raíces en la simulación y modelado de sistemas industriales. La idea de crear representaciones virtuales de objetos físicos o sistemas para analizar su comportamiento no es nueva y se ha utilizado en la ingeniería durante décadas, sin embargo, el concepto de “gemelos digitales” tal como lo conocemos hoy en día comenzó a tomar forma a medida que la tecnología avanzaba. Algunos hitos clave en su origen son:

- Década de 1960: Los primeros sistemas de simulación por computadora permitieron a los ingenieros crear modelos virtuales de sistemas físicos. Esto se utilizó principalmente en la industria aeroespacial y de defensa.
- A finales de la década de 1970, la NASA comenzó a utilizar el término “Digital Twin” (Gemelo Digital) para describir modelos virtuales de naves espaciales. Estos modelos eran utilizados para simular y monitorear el rendimiento de las naves espaciales en tiempo real.
- Década de 1980 y 1990: Con el crecimiento de la

capacidad de procesamiento de las computadoras y el software de simulación más avanzado, se pudo realizar una modelización más detallada de sistemas industriales.

- La introducción del Internet de las Cosas (IoT Internet of Things) y los sensores en la industria permitió la recopilación de datos en tiempo real de activos y procesos industriales, lo que allanó el camino para la creación de gemelos digitales más avanzados y conectados.
- A medida que la tecnología continuó avanzando en el siglo XXI, los gemelos digitales se convirtieron en una parte esencial de la industria, utilizados para la simulación, el monitoreo en tiempo real, la toma de decisiones y la optimización en una variedad de sectores.

Evolución de los Gemelos Digitales

La evolución de los gemelos digitales ha sido marcada por avances tecnológicos significativos. Aquí hay algunas etapas importantes en su evolución:

- **Modelado 3D Avanzado:** A medida que las capacidades de las computadoras mejoraron, los modelos 3D de sistemas industriales se volvieron más precisos y detallados. Esto permitió una representación más fiel de los objetos y procesos industriales.
- **IoT y Sensores:** La introducción de la Internet de las cosas (IoT) y sensores en la industria brindó la oportunidad de recopilar datos en tiempo real de activos y procesos industriales. Esto allanó el camino para una mayor interconexión entre el mundo físico y el digital.
- **Gemelos Digitales en Tiempo Real:** La capacidad de actualizar los gemelos digitales en tiempo real con datos en vivo de sensores permitió una simulación y análisis más precisos de situaciones industriales actuales.
- **Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML Machine Learning):** La integración de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en los gemelos digitales permitió la predicción de comportamientos y la toma de decisiones más avanzada.
- **Realidad Aumentada (AR) y Virtual (VR):** La combinación de gemelos digitales con tecnologías de realidad aumentada y virtual ha ampliado su utilidad, permitiendo la visualización inmersiva y la colaboración en tiempo real.
- **Computación en la Nube:** La computación en la nube proporciona el almacenamiento y la capacidad de procesamiento necesarios para gestionar grandes conjuntos de datos y ejecutar simulaciones complejas en tiempo real. Los gemelos digitales a

menudo aprovechan los recursos de la nube para su funcionamiento.

- **Conectividad en Red:** Los gemelos digitales a menudo se conectan a sistemas de control y gestión a través de redes para permitir la comunicación bidireccional. Esto es esencial para la retroalimentación en tiempo real y el control de procesos.
- **Base de Datos y Almacenamiento:** Los datos recopilados de sensores y otras fuentes se almacenan en bases de datos que permiten la consulta y el análisis. Las bases de datos son esenciales para mantener un registro histórico de datos.
- **Simulación y Modelado Computacional:** El software de simulación y modelado permite recrear virtualmente el comportamiento de los sistemas físicos. Esto es útil para probar escenarios, optimizar procesos y prever resultados.

Estas tecnologías se combinan de manera integral para crear y mantener gemelos digitales precisos y funcionales que son útiles en una amplia variedad de aplicaciones industriales y de ingeniería.

Aplicaciones de los Gemelos Digitales en Diversas Industrias

Los gemelos digitales están encontrando aplicaciones en diversas industrias. En la industria manufacturera, los gemelos digitales se utilizan para optimizar procesos de producción y predecir posibles fallas en maquinaria. Esto ayuda a reducir costos y mejorar la eficiencia operativa.

En el sector de la salud, los gemelos digitales se utilizan para simular y planificar cirugías complejas. Esto permite a los médicos practicar antes de realizar procedimientos reales, lo que reduce el riesgo para los pacientes.

En el ámbito de la energía renovable, los gemelos digitales ayudan a optimizar el rendimiento de las instalaciones solares y eólicas. Al simular diferentes condiciones climáticas y ajustar parámetros en tiempo real, se pueden maximizar los niveles de producción energética.

Además, los gemelos digitales también encuentran aplicaciones en sectores como la logística, la construcción y la agricultura.

Cómo Implementar un Gemelo Digital

La implementación de un Gemelo Digital puede ser un proceso complejo y requiere una cuidadosa planificación. Sin embargo, con los pasos adecuados, es posible lograr una transición exitosa hacia esta tecnología revolucionaria.

1. Definir los objetivos: Antes de comenzar cualquier implementación, es fundamental tener claridad sobre los objetivos que se desean alcanzar con el Gemelo Digital. Esto ayudará a establecer las métricas de éxito y orientar el proceso en la dirección correcta.
2. Evaluar la infraestructura existente: Es importante evaluar la infraestructura tecnológica existente en la organización para determinar si está preparada para soportar un Gemelo Digital. Esto implica analizar las capacidades del hardware, software y redes disponibles y realizar las actualizaciones necesarias si es necesario.
3. Recopilar datos relevantes: El siguiente paso consiste en recopilar todos los datos relevantes que serán utilizados para alimentar el Gemelo Digital. Esto puede incluir datos históricos, información en tiempo real e incluso datos externos provenientes de fuentes confiables.
4. Desarrollar el modelo digital: Una vez recopilados los datos, es hora de desarrollar el modelo digital que representará fielmente al sistema físico o proceso que se desea replicar. Este modelo debe ser preciso y completo para garantizar resultados confiables.
5. Integración con sistemas existentes: Para lograr una transición exitosa, es crucial integrar el Gemelo Digital con los sistemas existentes en la organización. Esto permitirá una comunicación fluida entre ambos entornos y facilitará la toma de decisiones basada en los datos generados por el Gemelo Digital.
6. Pruebas y validación: Antes de implementar completamente el Gemelo Digital, es importante realizar pruebas exhaustivas para garantizar su correcto funcionamiento. Esto implica validar los resultados obtenidos por el modelo digital y compararlos con los datos reales del sistema físico.
7. Capacitación y adopción: Finalmente, es necesario capacitar al personal involucrado en la operación del Gemelo Digital y fomentar su adopción dentro de la organización. Esto ayudará a maximizar los beneficios que esta tecnología puede ofrecer.

CONCLUSIONES

Los gemelos digitales se están convirtiendo en una herramienta fundamental para transformar la forma en que concebimos, diseñamos, producimos y gestionamos los procesos industriales. Al integrar modelos virtuales y datos en tiempo real, los gemelos digitales ofrecen varias ventajas que pueden catalizar el crecimiento y la eficiencia en múltiples sectores. Permiten simular y probar con precisión sistemas complejos, reduciendo los costos y el tiempo de desarrollo al tiempo que fomentan la innovación. La conectividad en tiempo real con el Internet de las Cosas (IoT) y la recopilación continua de datos permiten que los gemelos digitales reflejen con

precisión el rendimiento del mundo real. También permiten el mantenimiento predictivo, reduciendo el tiempo de inactividad y optimizando la eficiencia operativa. Otra ventaja clave es su capacidad para mejorar la colaboración entre equipos multidisciplinarios. Al proporcionar una plataforma común para la visualización y el análisis de datos, los profesionales de distintas áreas pueden colaborar más eficazmente, fomentando la innovación y mejorando la eficiencia de los procesos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazon Web Services. (2023). What is digital twin technology?
- Damavis Blog. (2023). Gemelos Digitales con Inteligencia Artificial.
- Gartner. (s.f.). Digital Twin Technology Predictions.
- Gelernter, D. (1991). Mirror Worlds.
- Grieves, M. (2002). Application of digital twins to manufacturing.
- Iberdrola. (2023). Gemelos digitales, claves en la Cuarta Revolución Industrial.
- IBM (2022). ¿Qué es un gemelo digital?. <https://www.ibm.com/es-es/topics/what-is-a-digital-twin>
- IEEE. (s.f.). Advances in Digital Twin Technology for Industrial Applications.
- Iñaki Yarza (2022). Gemelos digitales, puerta virtual hacia la productividad y la eficiencia en Industria 4.0. <https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/390206-Gemelos-digitales-puerta-virtual-hacia-la-productividad-y-la-eficiencia-en-Industria-40.html>
- NASA. (s.f.). Digital Twin technology in space exploration.
- NC Tech (2023). Gemelos Digitales, una puerta virtual hacia la productividad en la industria 4.0. <https://es.linkedin.com/pulse/gemelos-digitales-una-puerta-virtual-hacia-la-productividad-en>
- Norlean (2021). Gemelos digitales en la industria 4.0. <https://norlean.com/es/gemelos-digitales-industria/>
- REPSOL (2023). ¿Qué son los gemelos digitales o “digital twins”? Innovación digital para procesos reales. <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/gemelos-digitales/index.cshml>
- Rockwell Automation. Los gemelos digitales ofrecen un mayor rendimiento de producción. <https://www.rockwellautomation.com/es-mx/company/news/magazines/digital-twins-deliver-greater-manufacturing-efficiency.html>
- Varas Chiquito, M., García Plua, J. C., Bustamante Chong, M., & Bustamante Chong, C. (2020). Gemelos digitales y su evolución en la industria. RECI-MUNDO, 4(4), 300-308.
- Vickers, J. (2010). Introduction to Digital Twins.

Uso de residuos de construcción y demolición RCD, procesados en la primera planta de transformación del país y su factibilidad para la construcción.

Ing. Aliaga Choque Rodolfo Angel – R.N.I. 33740

Es Ingeniero Civil de la Universidad Mayor de San Andrés con Postgrado en Geotecnia, Educación Superior e Ingeniería Vial Mención en Carreteras, Puentes y Túneles.

RESUMEN

En esta investigación se analizó los resultados de la incorporación de agregados provenientes del RCD procesados en la primera planta piloto de transformación de residuos de construcción y demolición de Bolivia, ubicada en la ciudad de La Paz, y su incorporación a una nueva mezcla para hormigones con agregados chancados naturales. El agregado natural fue sustituido en porcentajes de 0%, 30% y 60% por agregado grueso RCD, además se realizaron probetas sustituyendo parcialmente el agregado fino en proporciones de 0%, 25%, 50%. Y se demostró la posibilidad de alcanzar valores mayores al de un diseño de resistencia característica (H21).

Palabras clave: RCD, agregados reciclados, medio ambiente, áridos reciclados.

INTRODUCCIÓN

Debido al constante crecimiento es preciso concientizar la explotación desmedida de los recursos naturales e impulsar una gestión de reciclaje. Los residuos de las construcciones y demoliciones iban a parar a nuestros ríos y quebradas, el impacto ambiental era enorme, (Pereira, 2019). Antes de la pandemia de la covid-19 se estimaba que la ciudad generaba alrededor de 1.400 toneladas de RCD a diario, ante lo cual el municipio montó con apoyo de la cooperación italiana una planta piloto para tratar 60 toneladas por día (swissinfo ,2021). Con estos alarmantes índices, la Secretaría Municipal de Gestión Ambiental (SMGA) consolidó el proyecto de una planta piloto de transformación de residuos de construcción y demolición, a través de una alianza estratégica con la cooperación italiana ‘Cooperazione Internazionale’ (AMUN ,2021)

Objetivo

Analizar y proyectar la resistencia a compresión del concreto reutilizando los residuos de construcción y/o demolición (RCD), producidos en la nueva planta de EMAVERDE de la ciudad de La Paz, con un reemplazo del 25 y 50 % para agregado fino además de un 30 y 60 % para el agregado grueso.

DESARROLLO

Planta piloto Inaugurada en marzo de 2021 indicando en primera instancia que “Hormigones y baldosas son algunos de los productos que se fabricarán en la primera planta de Bolivia de transformación de residuos de construcción y demolición que inauguró este jueves el alcalde Luis Revilla. Tendrá una producción de 64 toneladas por día y permitirá reciclar este tipo de materiales, reutilizarlos y coadyuvar a la mejora del medio ambiente” (AMUN, 2021).

Para su procesamiento, el municipio coordina con empresas constructoras o constructores particulares interesados en entregarles los RCD que hubieran generado, explicó a EFE el supervisor de la planta, Iván Vildoso. El lugar recibe ladrillos, concreto, hormigón y cemento, nada de metales ni madera, ya que el tratamiento consiste básicamente en convertir los materiales en áridos. Una vez que llegan al lugar, los RCD pasan por minuciosas clasificaciones para separar todo lo que no sea escombros e ingresar luego a un molino de trituración, indicó Vildoso. El material llega a otra cinta con un sistema de imanes para retirar los residuos metálicos más pequeños y avanza hacia un sistema de criba donde se vuelve a seleccionar el material para finalmente entrar a un molino de dientes. El resultado se separa en tres subproductos según el diámetro, los más grandes vuelven

a ingresar a la planta y los otros dos están listos para su reúso. (swissinfo,2021)

Materiales y muestra: Se elaboraron en total 45 probetas cilíndricas de hormigón donde se reemplazó el agregado fino en un 25% y 50% por RCD, y por otro lado se elaboraron 51 probetas cilíndricas de hormigón donde se reemplazó el agregado grueso en un 30% y 60% por RCD. La resistencia característica en ambos casos fue de 21 MPa. Para la presente investigación se empleó el cemento Viacha IP-40, este se caracteriza por tener Puzolana en un porcentaje máximo del 30 [%], y su resistencia mínima a los 28 días es de 40 [MPa], este cemento fue utilizado para ambas etapas, tanto como cuando se reemplazó el agregado fino como el agregado grueso.

Para lograr una dosificación adecuada y llegar a la resistencia característica necesaria, se realizaron los ensayos de granulometría según la norma C136/C136M-19 (ASTM, 2020), donde se evidencia el cumplimiento tanto para el agregado grueso (TMN ½”) como para el agregado fino cumplen.

Dosificación. Para poder realizar la dosificación según la normativa 211.1-18 (ACI 2018) de los materiales es necesario conocer los pesos específicos de la muestra, para los materiales analizados se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 1. Datos para Dosificación con RCD (3/4”)

MATERIAL	Peso específico (g/m³)	%Humedad	%Absorción	Peso Unitario compactado (kg/m³)	Peso Unitario Suelto (kg/m³)
Agua	1.00				
Cemento	3.03				
Grava	2.21	0.294	1.36	1450	1352
Arena	2.54	3.248	3.95	1566	1361
RCD (3/4”)	2.30	2.501	6.62	1208	1152

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de Quispe, Aliaga 2021

De la misma manera para lograr la dosificación de la mezcla RCD fino con agregado natural se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 2. Datos para Dosificación con RCD (arena)

MATERIAL	Peso específico (g/m³)	%Humedad	%Absorción	Peso Unitario compactado (kg/m³)	Peso Unitario Suelto (kg/m³)
Agua	1.00				
Cemento	3.02				
Grava (1/2”)	2.80	0.33	2.38	1456	1344
Arena	2.55	0.42	4.48	1685	1415
RCD (Arena)	2.82	0.15	5.46	1519	1372

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de Rodríguez, Aliaga 2023

Resultados

A momento de realizar el vaciado y desencofrado de las estructuras, resulta de interés conocer cómo va evolucionando la resistencia del concreto a los 7 días, por ello se presentan las siguientes tablas donde se muestra los resultados de la resistencia a compresión del concreto a esta edad.

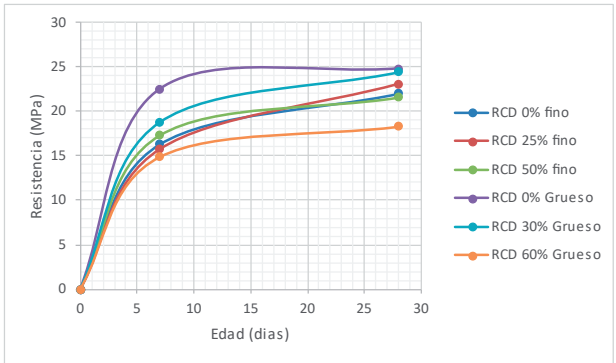
Tabla N° 3 Resultados del ensayo de resistencia a compresión a 7 días sustituyendo el agregado fino con RCD DE 0,25 Y 50% Y RCD GRAVA DE 0,25 Y 50%

TIPO DE Hormigón	Promedio (MPa)	RCD %	TIPO DE Hormigon	Promedio (MPa)	RCD %
H° Convencional	16.3	0	H° Convencional	16.3	0
H° con 75% Agregado Natural y 25% RCD fino	15.7	25	H° con 75% Agregado Natural y 25% RCD fino	15.7	25
H° con 50% Agregado Natural y 50% RCD Fino	17.3	50	H° con 50% Agregado Natural y 50% RCD Fino	17.3	50

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de Rodríguez, Quispe y Aliaga 2023

A continuación, se graficará los resultados obtenidos a 7 y 28 días donde se puede ver que todas las combinaciones a los 28 días logran superar la resistencia característica de 21 MPa exceptuando la que incorpora un RCD de 60% que sustituye el agregado grueso.

Gráfico 1 Evolución de la resistencia a compresión usando RCD fino y grueso para 7 y 28 días

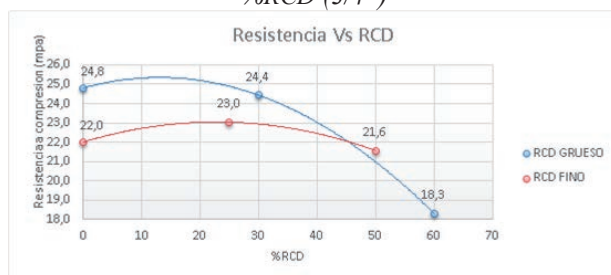


Fuente: Elaboración propia con resultados de Rodríguez Ruiz, Aliaga (2023) y Quispe Cespedes, Aliaga (2022)

Análisis y discusión

En la siguiente gráfica si se proyectan las resistencias se puede obtener que el punto de intersección al 45% presentaría la misma resistencia (22.05) en caso de reemplazar el agregado fino RCD o el agregado grueso RCD, valido para los agregados y cementos estudiados en la presente investigación.

Gráfico 2 Resistencia a la compresión a los 28 días vs %RCD (3/4")



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran la influencia en la resistencia a compresión del concreto con la incorporación de RCD proveniente de la trituración de los residuos de demolición que tiene agregado grueso (tamaño máximo nominal de 3/4 de pulgada) y arena (agregado fino), además se logra predecir su comportamiento ante la incorporación de mayor porcentaje de sustitución, los resultados son aplicables para el RCD obtenido en las épocas de estudio y se recomienda seguir estudiando el comportamiento del hormigón ante distintos tipos de RCD, además que para que se tenga un uso masivo de este material, se sugiere que la planta que procesa los agregados, pueda realizar una clasificación de este material a momento de acopiarlo. Resulta primordial el realizar siempre una caracterización de los agregados RCD a medida que se vayan produciendo, ya que para la dosificación de hormigones, es necesario conocer su granulometría, pesos específicos, absorción y porcentaje de humedad, como se mostró en esta investigación.

En un inicio la administración de la planta piloto de RCD consideraba que los materiales recuperados fueran empleados en hormigones de baja resistencia. Sin embargo, la presente investigación demostró la posibilidad de alcanzar valores mayores al de un diseño de resistencia característica (H21). Por lo que, se recomienda realizar más estudios experimentales en la línea de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMUN, Agencia municipal de noticias (2021) La primera planta piloto de transformación de residuos de construcción y demolición del país está en La Paz. Disponible en: La primera planta piloto de transformación de residuos de construcción y demolición del país está en La Paz | Agencia Municipal de Noticias
- Rodríguez Ruiz, C.F., Aliaga Choque, R. A., (2023). Estudio de la resistencia a compresión del concreto con reemplazo parcial del agregado fino por residuos de construcción y/o demolición (RCD) [Proyecto de grado, Universidad Privada del Valle]. La Paz
- Quispe Céspedes, A.G., Aliaga Choque, R. A., (2022). Análisis de la resistencia a compresión del concreto, reutilizando los residuos de construcción y/o demolición como agregado en distintos porcentajes de sustitución, con y sin aditivo. [Proyecto de grado, Universidad Privada del Valle]. La Paz.
- Swissinfo (2021). La economía circular se abre campo en La Paz con el reciclaje de escombros
- Disponible en: La economía circular se abre campo en La Paz con el reciclaje de escombros - SWI swissinfo.ch

¿CONOCES

EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?



DETERMINA QUE:

Los ingenieros y otros profesionales a tiempo de ser admitidos y registrados en la Sociedad de Ingenieros de Bolivia, obligatoriamente deberán prestar juramento solemne de cumplir y hacer cumplir: La Ley N°1449 "Ley del Ejercicio Profesional de la Ingeniería"; su Reglamento; el Estatuto Orgánico de la SIB; y el presente Código de Ética Profesional.

El Código de Ética Profesional, aprobado en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento.



Para más información visita:

www.sib.org.bo

Influencia de las variaciones horarias en el dimensionamiento de cárcamos para aguas residuales

Ing. Rodrigo Salazar Murillo – R.N.I. 28585

Es Ingeniero Civil de la Universidad Técnica de Oruro con Diplomados en Ingeniería Hidráulica, Ingeniería Sanitaria, y Preparación y Evaluación de Proyectos.

RESUMEN

Se presentan las expresiones que intervienen en el dimensionamiento de un cárcamo de bombeo para aguas residuales y se analiza la influencia que ejerce la variación del caudal que circula por la red sanitaria para lo cual se presenta un ejemplo numérico para analizar los efectos sobre los tiempos de retención y ciclos de bombeo en el cárcamo previamente dimensionado.

Keywords: Pump pit, Wastewater, Sanitary Engineering, Sanitary Sewer System

Palabras Clave: Cárcamo de bombeo, Aguas residuales, Ingeniería sanitaria, Alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado sanitario en topografías de escaso relieve, se caracterizan por el bombeo de aguas residuales para evitar profundidades excesivas en su ejecución, siendo que se eleve el caudal por medio de Estaciones Elevadoras para reiniciar su conducción por gravedad, o que se conduzca al mismo por bombeo una longitud dada por medio de Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales, considerando que la Norma Boliviana NB688 considera un valor máximo de 5 metros de profundidad (Ministerio del Agua, 2007, pág. 74), dada la dificultad de ejecución de acometidas y el encarecimiento del trabajo a profundidades mayores. Asimismo, el dimensionamiento del sistema y sus componentes se efectúa en base a caudales máximos, que determinan incluso el volumen útil de cárcamo de bombeo requerido, sin embargo, considerando que el caudal aportado al sistema sanitario depende directamente del consumo de agua y sus variaciones horarias, es de esperarse que ejerza una influencia en los tiempos de retención y funcionamiento de las estaciones elevadoras, lo cual es objeto de análisis en el presente artículo.

DESARROLLO

Periodo y caudales de diseño

La normativa considera un periodo de diseño para cada componente, correspondiendo un periodo de 5 a 10 años para equipos eléctricos (Ministerio del Agua, 2007, pág. 57), lo cual representa la necesidad de dimensionar equipos de bombeo por periodos para el sistema, cuyo periodo de diseño suele ser mayor en su extensión.

El caudal de diseño suele contemplar los valores de caudales máximos horarios, caudales de infiltración y caudales por conexiones erradas (Ministerio del Agua, 2007, pág. 110), sin embargo, para las estaciones elevadoras, López Cualla incluye un coeficiente de mayoración cuando el bombeo no se efectúa de forma continua las 24 horas del día (López Cualla, 2003, pág. 140):

$$Q_b = (Q_{MH} + Q_i + Q_{CE}) \frac{24}{N^{\circ} \text{Horas}} \quad (1)$$

Para el presente caso, se adopta información de un proyecto dado, que alcanza un caudal de diseño de 14,09 l/s para el final del primer periodo de 10 años, considerando una vida útil de las bombas de 10 años, y del sistema en general de 20 años. Asimismo, se adopta un tiempo de bombeo de 12 horas al día para 2 bombas simultáneas con caudales de bombeo iguales al caudal que ingresa, y valores de coeficientes k1 de 1,2 y k2 de 1,8 para determinar el caudal máximo horario:

Tabla 1. Caudales de diseño

Año	Caudal medio diario Q_m (l/s)	Caudal máximo diario Q_{MD} (l/s)	Caudal máximo horario Q_{MH} (l/s)	Caudal por infiltración Q_i (l/s)	Caudal por conexiones erradas Q_{CE} (l/s)	Caudal de ingreso Q_I (l/s)	Caudal de bombeo Q_b (l/s)
2023	2,403	2,883	5,190	0,257	0,519	5,97	11,93
2033	2,857	3,429	6,172	0,257	0,617	7,05	14,09
2043	3,396	4,076	7,336	0,257	0,734	8,33	16,65

Fuente: Elaboración propia

Dimensionamiento del cárcamo de bombeo

Un cárcamo de bombeo puede contar con diversas secciones transversales, siendo las más frecuentes con sección circular (Fig.1) para un mejor comportamiento frente al empuje del suelo y la ejecución del mismo por medio de un descenso gradual empleando las paredes mismas como entibado cuando el terreno es inestable, mientras que, en mejores condiciones de terreno con bajo nivel freático, se pueden encontrar estructuras rectangulares. Su profundidad es función directa de la cota de llegada de la red sanitaria, y la altura necesaria para generar un volumen útil de bombeo por debajo de dicha cota.

Figura 1. Cárcamos de sección circular



Fuente: Elaboración propia

Al respecto, existe un valor mínimo de altura de funcionamiento (n. máximo – n. mínimo) de 1 m., y un valor de 0,60 m. para estaciones consideradas pequeñas (Ministerio del Agua, 2007, pág. 238) cuando los caudales de bombeo son menores a 50 l/s (Ministerio del Agua, 2007, pág. 112).

Para determinar el volumen útil, la normativa nacional contempla el uso de la expresión propuesta por Metcalf & Eddy en función a un tiempo mínimo de ciclo de bombeo T y el caudal de bombeo contemplado (1996, págs. 391-394):

$$V = \frac{T \cdot Q_b}{4} \quad (2)$$

Dicha expresión contempla la optimización del bombeo intermitente donde el caudal de bombeo resulte el doble al caudal de ingreso obteniendo un tiempo de bombeo igual al tiempo de retención sin bombeo, equivalente a bombear solamente 12 horas al día.

El dimensionamiento del cárcamo se efectúa considerando la vida útil del proyecto de 20 años, para el caudal máximo al año 2043, mientras que las primeras bombas se eligen en base a la información del primer periodo de 10 años, y se deberán efectuar verificaciones con el caudal crítico inicial al año 2023.

En este sentido, considerando la expresión (2) y adoptando una sección circular y altura de funcionamiento para estaciones pequeñas de 0,60 m., se tiene un tiempo recomendado de 15 minutos para bombas pequeñas menores a 15 kW (Metcalf & Eddy, 1996, pág. 391), luego se tiene:

$$V = \frac{T \cdot Q_b}{4} = \frac{15 \cdot 16,65}{4} = 3,75 \text{ m}^3 \quad (3)$$

Dada la sección circular adoptada, se determina un diámetro inicial para un cilindro:

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot h}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,75}{\pi \cdot 0,60}} = 2,82 \text{ m} \quad (4)$$

Adoptando un diámetro interior de 3 m., se recalcula el volumen útil del cárcamo, comprendido entre el nivel máximo y el nivel mínimo, mismos que no deberán excederse en operación normal:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} h = \frac{\pi \cdot 3^2}{4} 0,60 = 4,24 \text{ m}^3 \quad (5)$$

Variaciones horarias del caudal de ingreso

Habiéndose dimensionado el volumen útil, siendo que el caudal que ingresa al cárcamo en realidad es variable, se observa que el mismo depende del coeficiente de aporte, que representa el porcentaje de agua consumida por la población que desemboca a la red de alcantarillado con sus diversos usos, por lo cual podría estimarse en función a los coeficientes de variación horaria propios de la población beneficiaria.

Respecto al caudal de bombeo, si bien el mismo es función de la intersección de curvas características del sistema y del equipo instalado, para simplificar el análisis, se considerará que el mismo corresponde al caudal determinado

inicialmente de 14,09 l/s. Asimismo, se adoptan los siguientes coeficientes horarios k_2 , simplificando el análisis al no considerar los coeficientes diarios k_1 , y se extraen los caudales horarios extremos para las gestiones 2023 y 2033:

Tabla 2. Caudales horarios

Hora	Coefficiente horario k_2	Caudal máximo diario 2023 Q_{MD2023} (l/s)	Caudal variable horario 2023 Q_{VH2023} (l/s)	Caudal máximo diario 2033 Q_{MD2043} (l/s)	Caudal variable horario 2033 Q_{VH2043} (l/s)
04:00	0,31	2,883	0,894	3,429	1,063
07:00	1,80	2,883	5,190	3,429	6,172

Fuente: Elaboración propia

En base a los valores anteriores, se verifican tiempos recomendados, según los descrito por Capra Jemio, para un tiempo de funcionamiento de 5 a 15 minutos, y un tiempo de retención máximo recomendable de 30 minutos, que en algunos casos puede tomarse hasta un excepcional de 2 horas (1998, pág. 230), mientras que en la Norma Boliviana NB 688 se consideran los límites de un tiempo máximo de retención de 30 minutos, ciclos de bombeo de 10 a 20 minutos y tiempo de funcionamiento no menor a 5 minutos (Ministerio del Agua, 2007, pág. 237).

Se recalcula el caudal de ingreso considerando los valores de infiltración y conexiones erradas, para determinar los tiempos de retención, de bombeo y de ciclo:

Tabla 3. Tiempos de bombeo, retención y ciclo

Caso	Caudal variable horario Q_{VH} (l/s)	Caudal por infiltración Q_i (l/s)	Caudal por conexiones erradas Q_{CE} (l/s)	Caudal de ingreso Q_I (l/s)	Caudal de bombeo Q_b (l/s)	Tiempo de retención t (min)	Tiempo de bombeo f (l/s)	Tiempo de ciclo T (min)
MIN	0,894	0,257	0,089	1,24	14,09	57,0	5,5	62,5
MAX	6,172	0,257	0,617	7,05	14,09	10,0	10,0	20,1

Fuente: Elaboración propia

De los valores calculados en la Tabla 3, el tiempo máximo de retención para el inicio de proyecto corresponde a

57 minutos, superior a los 30 minutos recomendados, sin embargo, se encuentra dentro del rango de 2 horas considerado excepcional. Referente al tiempo de bombeo o funcionamiento, se tiene un mínimo de 5,5 minutos que cumple con el tiempo recomendado de 5 a 15 minutos. El tiempo de ciclo de bombeo de 62,5 minutos es superior a los 10 a 20 minutos recomendados, debido al gran tiempo de retención calculado. Al respecto, si se analizan los límites recomendados por norma de retención (30 minutos) y funcionamiento (5 minutos), se observa que los mismos exceden a su vez el rango recomendado, lo cual resulta contradictorio. Dadas las recomendaciones, y viendo la gran variabilidad en los coeficientes horarios, se espera que en todo sistema se encuentre esta situación, para lo cual se recomienda contemplar un equipo de bombeo de menor capacidad destinado a actividad en horarios de bajo ingreso de caudal.

CONCLUSIONES

Puede observarse que con las expresiones contempladas en la normativa, la variación horaria no ejerce influencia sobre el dimensionamiento del cárcamo, sin embargo, se denota la necesidad de efectuar verificaciones de los tiempos de funcionamiento y retención que puedan generarse para los caudales máximos y mínimos, para evitar generar reacciones anaerobias dentro los cárcamos con su consecuente afectación al entorno por la generación de malos olores en caso de tiempos de retención elevados, mientras que ciclos de bombeo muy pequeños repercuten negativamente en la vida útil de los equipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Capra Jemio, G. (1998). Ingeniería Sanitaria. Alcantarillado Sanitario y Pluvial y Tratamiento de Aguas Residuales. La Paz: Molina & Asociados.
- López Cualla, R. A. (2003). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Metcalf, & Eddy. (1996). Ingeniería de aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo. España: Interamericana de España S.A.
- Ministerio del Agua. (2007). Norma Boliviana NB 688 y Reglamentos. Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. La Paz: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad.

La Gestión de Proyectos, la columna vertebral en la Industria de la Construcción Moderna de Edificaciones

Ing. Sergio Avila Hamel - R.N.I. 28914

Ingeniero Civil, MSc en Ingeniería Estructural, y Maestría en Curso en BIM Management, egresado de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Además, cuenta con un Diplomado en Ingeniería Estructural, Fiscalización y Supervisión de Proyectos, con especialización en Gerencia de Proyectos y Lean CONSTRUCTION.

RESUMEN

A lo largo del tiempo, la gestión de proyectos en la construcción ha evolucionado desde enfoques tradicionales hasta modelos más sofisticados. Inicialmente centrada en cronogramas y presupuestos, ha evolucionado hacia el Project Management actual, integrando tecnologías como BIM y metodologías como Lean Construction. La importancia radica en optimizar recursos, reducir costos y minimizar riesgos, garantizando la entrega exitosa de proyectos. La colaboración interdisciplinaria, la adaptabilidad y la incorporación de nuevas tecnologías han transformado el Project Management en una herramienta esencial para abordar los desafíos dinámicos de la construcción, mejorando la eficiencia y la calidad en la ejecución de edificaciones.

INTRODUCCIÓN

Es vital hacer notar que en tiempos modernos los profesionales debemos actualizarnos y llevar de la mano la implementación de la tecnología, metodologías y nuevas filosofías que demanda el sector. Ya que el mal sabor y el contenido obsoleto dado en la universidad no hará que seas un profesional destacado, por tal motivo realizar postgrados e investigación propia es lo que hará destacable y solido a un profesional moderno.

DESARROLLO

1. La importancia del Project Management (Gestión de Proyectos):

En el mundo de la construcción, el éxito de un proyecto de edificación depende en gran medida de la habilidad para gestionar recursos, plazos y

presupuestos de manera efectiva. Aquí es donde entra en juego el Project Management o Gestión de Proyectos, una disciplina que se ha convertido en la columna vertebral de la industria de la construcción moderna.



PLANIFICACION CONTINUA

2. Planificación solida

Uno de los aspectos fundamentales del Project Management en la construcción es la planificación. Antes de iniciar cualquier trabajo, se debe desarrollar un plan sólido que incluya la definición clara de metas, plazos y recursos necesarios. Esto establece las bases para el éxito y ayuda a evitar desviaciones costosas en el camino.

3. Control de costos

El control de costos es esencial en la construcción de edificaciones. Los gestores de proyectos deben monitorear de cerca los gastos, ajustar presupuestos cuando sea necesario y tomar decisiones informadas para mantener el proyecto dentro de los límites financieros establecidos.

4. Gestión de recursos

La asignación eficiente de recursos es otro pilar del Project Management en edificaciones. Esto incluye

la gestión de la mano de obra, los materiales y el equipo necesario para llevar a cabo el proyecto de manera eficaz. La programación adecuada de recursos garantiza que el trabajo se realice de manera fluida y sin retrasos innecesarios.

5. Evaluación y mitigación de riesgos

La gestión de proyectos implica la identificación y evaluación de riesgos potenciales. En la construcción, los riesgos pueden incluir desde problemas climáticos hasta retrasos en la entrega de materiales. Los gestores de proyectos deben ser capaces de anticipar estos riesgos y desarrollar estrategias para mitigar su impacto en el proyecto.

6. Implementación de nuevas metodologías

La implementación de nuevas metodologías en la construcción, como Building Information Modeling (BIM) y Lean CONSTRUCTION, han transformado la forma en que se planifican, diseñan y ejecutan proyectos de edificación. Estas metodologías ofrecen diversos beneficios para los Project Managers, mejorando la eficiencia y la gestión de proyectos de construcción. Aquí se resumen algunos de los aspectos clave:

• Building Information Modeling (BIM):



1. **Mejora de la Colaboración:** BIM permite a los diversos participantes del proyecto, como arquitectos, ingenieros y contratistas, colaborar de manera más efectiva al proporcionar un modelo tridimensional compartido en tiempo real entre todos los involucrados.
2. **Reducción de Errores:** Al utilizar un modelo digital único y actualizado, se minimizan los errores y conflictos en la planificación y el diseño, lo que ayuda a evitar retrabajos costosos durante la construcción.
3. **Optimización del Diseño:** BIM facilita la exploración de diferentes escenarios de diseño y la evaluación de su impacto antes de la construcción física, permitiendo la optimización de costos y tiempos y la extracción de datos más real.
4. **Gestión de Activos:** Proporciona información detallada sobre los componentes de la construcción, facilitando la gestión de activos a lo largo del ciclo de

vida del edificio, siendo un beneficio en la etapa de puesta en funcionamiento del proyecto.

• Lean CONSTRUCTION:



1. **Eliminación de Desperdicios:** La metodología Lean se centra en identificar y eliminar actividades que no añaden valor al proyecto, reduciendo los desperdicios de tiempo y recursos.
2. **Mejora Continua:** Fomenta una cultura de mejora continua mediante la identificación de áreas de oportunidad y la implementación de soluciones para optimizar los procesos.
3. **Planificación Colaborativa:** Lean CONSTRUCTION promueve la planificación colaborativa entre todos los miembros del equipo, fomentando la comunicación, el compromiso y la toma de decisiones conjunta.
4. **Mayor Eficiencia en la Construcción:** Al minimizar los tiempos improductivos y optimizar los flujos de trabajo, Lean contribuye a una construcción más eficiente y a la entrega oportuna de proyectos.

• Beneficios para los Project Managers:

1. **Gestión Integral:** BIM y Lean ofrecen a los Project Managers herramientas y enfoques que les permiten una gestión más integral y eficiente de los proyectos, desde la planificación hasta la ejecución y entrega.
2. **Reducción de Riesgos:** Al identificar y abordar problemas potenciales de manera proactiva, estas metodologías ayudan a reducir los riesgos asociados con la construcción, como retrasos y costos imprevistos.
3. **Mayor Control:** Proporcionan a los Project Managers un mayor control sobre el proceso de construcción, permitiéndoles tomar decisiones informadas basadas en datos precisos y en tiempo real.

4. **Cientes Satisfechos:** La entrega de proyectos de calidad, en tiempo y dentro del presupuesto, contribuye a la satisfacción del cliente, lo que es esencial para el éxito a largo plazo de cualquier proyecto de construcción, permitiendo tener presupuestos y cálculos mas reales desde el inicio del proyecto.

En resumen, la implementación de metodologías como BIM y Lean en la construcción no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también proporciona a los Project Managers las herramientas necesarias para gestionar proyectos de manera más efectiva, anticipar desafíos y entregar resultados exitosos.

7. Comunicación efectiva

Los gestores de proyectos deben mantener una comunicación constante y clara con todas las partes interesadas, desde el equipo de construcción hasta los propietarios y los reguladores. Esto asegura que todos estén alineados en cuanto a objetivos y expectativas.

CONCLUSIONES

En resumen, el Project Management (Gestión de Proyectos) es la clave del éxito en proyectos de edificaciones. Esta disciplina aporta orden, eficiencia y control a un proceso inherentemente complejo. A medida que la industria de la construcción continúa evolucionando, la gestión de proyectos seguirá siendo esencial para lograr edificaciones de calidad, dentro del presupuesto y en plazos establecidos.

Los profesionales de la construcción que dominen esta disciplina estarán mejor preparados para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades en el competitivo mundo de la edificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)” by Project Management Institute (PMI)
- Este libro es una referencia clave del PMI y proporciona un marco integral para la gestión de proyectos, aplicable a la construcción de edificaciones.
2. “Construction Project Management” by Frederick Gould and Nancy Joyce
- Un libro práctico que aborda los aspectos específicos de la gestión de proyectos en la construcción, ofreciendo estrategias y herramientas esenciales.
3. “Project Management for Construction” by Chris Hendrickson, Tung Au
- Centrado en la gestión de proyectos de construcción, este libro proporciona una visión detallada de las técnicas y habilidades necesarias para el éxito en este campo.
4. “Lean Construction Management: The Toyota Way” by Shang Gao, Sui Pheng Low
- Explora cómo aplicar los principios lean a la gestión de proyectos de construcción, mejorando la eficiencia y reduciendo el desperdicio.
5. “BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows” by Brad Hardin, Dave McCool

¿CONOCES

EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?

SEÑALA:

DERECHOS DE LOS PROFESIONALES EN INGENIERÍA

Al respeto
A la propiedad intelectual

DEBERES EN RELACIÓN AL EJERCICIO PROFESIONAL

- Honorarios de acuerdo al arancel profesional
- Accionar ético en el ejercicio profesional
- Deber de denunciar
- Respeto jerárquico
- Conducta respecto a los empleadores
- Integridad profesional
- Confidencialidad

DEBERES EN RELACIÓN A LAS FUNCIONES INSTITUCIONALES

- Accionar ético en función institucional
- Honestidad y transparencia
- Trato respetuoso
- Sujeción a normas
- Ejercicio paralelo y conflicto de intereses

El Código de Ética Profesional, aprobada en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento..

Para más información visita:

www.sib.org.bo



Mesa de Infraestructura Sostenible Bolivia

Ing. Daniel Montenegro Camacho – R.N.I.46593

Es Ingeniero Civil. Director Ejecutivo at 3BLAB y Asesor de Sostenibilidad de la Fundación Construyendo

Ing. Maria Alejandra Aguirre Iriarte – R.N.I. 10598

Es Ingeniero de Sistemas y Gerente de Proyectos de la Fundación Construyendo

“La Mesa de Infraestructura Sostenible, una iniciativa gestionada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Fundación Construyendo, ha sido fundamental desde su creación en 2021. La misma ha establecido una plataforma colaborativa entre diversas instituciones, promoviendo la creación de propuestas prácticas y basadas en la inteligencia colectiva de actores clave del sector”.

¹ Países en todo el mundo enfrentan actualmente el reto de satisfacer la demanda de servicios de infraestructura de buena calidad por parte de su población, mientras enfrentan severas restricciones fiscales. Por lo tanto, la importancia de la sostenibilidad de la infraestructura es un tema que ha ganado cada vez más espacio en el debate global. De hecho, la infraestructura sostenible es central en la agenda mundial para el desarrollo sostenible: 6 de los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible, hablan directamente de infraestructura. Si bien el concepto de infraestructura sostenible se ha asociado tradicionalmente con la construcción de infraestructura ecológica, o “verde”,

cada día se hace más evidente que la sostenibilidad de la infraestructura va más allá de la dimensión medioambiental.

² Aunque no existe consenso sobre lo que implica la sostenibilidad de la infraestructura – como lo demuestran los múltiples sistemas de calificación y evaluación de sostenibilidad producidos en los últimos años – está relativamente claro que un enfoque completo de sostenibilidad debe diseñar infraestructura que se ajuste a los contextos locales, proporcione servicios eficientes, y sea duradera. Esto no sólo requiere evaluar y abordar los riesgos ambientales. Sostenibilidad también implica asegurar los recursos financieros necesarios para construir y mantener la infraestructura durante su vida útil, considerar las preferencias y necesidades de la población, y entender la dinámica política e institucional para garantizar que los proyectos sobrevivan al ciclo político.

La Fundación Construyendo a partir de la gestión 2023, trabajo en la transformación y progreso en la gestión de la Mesa de Infraestructura Sostenible Bolivia (MIS Bolivia)



¹ BID CIUDADES SOSTENIBLES

² BID CIUDADES SOSTENIBLES

y el programa Edge en Bolivia (EdgeBo), marcando una era de cambio en la industria de la construcción, el enfoque en la promoción de prácticas sostenibles ha redefinido el desarrollo de infraestructura en el país, estableciendo nuevos estándares de excelencia y responsabilidad ambiental.

El programa Edge Expert, implementado, ha sido un factor clave en esta transformación, mediante capacitaciones técnicas especializadas impartidas en Santa Cruz, Cochabamba y La Paz, se ha logrado potenciar las habilidades de profesionales del sector. Las capacitaciones permitieron, no únicamente, elevar el conocimiento técnico, sino también han instaurado una cultura de sostenibilidad en el sector, las horas de aprendizaje práctico, lograron asegurar que los conceptos de sostenibilidad se integren en la práctica diaria de la construcción.

Las alianzas estratégicas interinstitucionales y multisectoriales, con cámaras de la construcción, universidades, sociedades de ingenieros y colegios de arquitectos, han sido vitales para integrar diversas perspectivas y fomentar un enfoque holístico y efectivo en el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Estas asociaciones no solo han enriquecido el análisis, sino que también han creado un ecosistema más rico y diverso, facilitando un desarrollo más integrado y efectivo de infraestructuras sostenibles.

ha logrado obtener una visión clara de necesidades y oportunidades en el sector. El esfuerzo ha sido esencial para guiar las estrategias y acciones, asegurando que las mismas respondan de manera efectiva a las realidades del mercado y las expectativas de las partes interesadas.

El enfoque de co-creación ha sido un elemento distintivo en el fortalecimiento institucional, ya que el aprovechamiento de la inteligencia colectiva de líderes del sector, a permitido desarrollar soluciones creativas y prácticas, enriqueciendo el enfoque y multiplicando el impacto de las iniciativas; este enfoque colaborativo ha generado ideas innovadoras, asegurando que las acciones sean relevantes y de alto impacto.

La colaboración con gobiernos subnacionales para la formulación de políticas de incentivo a la infraestructura sostenible, es un componente crítico, siendo que los esfuerzos son fundamentales para promover marcos normativos enfocados a un modelo de desarrollo que equilibre las necesidades económicas con la responsabilidad ambiental. Trabajando en estrecha coordinación con las autoridades locales, ya en algunos municipios, se ha logrado analizar exhaustivamente los marcos jurídicos que no solo fomentan prácticas sostenibles, sino que también ofrecen incentivos tangibles para su adopción. Esta colaboración ha demostrado ser esencial para promover un desarrollo urbano y rural más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.



El trabajo realizado por la Fundación, y sus aliados estratégicos en la MIS Bolivia, en el relevamiento del ecosistema de infraestructura sostenible, permitió realizar un análisis detallado y multidisciplinario, del cual se

El 8 de diciembre, la Cámara de la Construcción de Cochabamba fue el escenario de la última reunión del año 2023, de la Mesa de Infraestructura Sostenible, el encuentro congregó a destacados líderes institucionales a

nivel nacional y departamental, empresarios e industriales de la construcción, profesionales de la ingeniería y la arquitectura, académicos, y representantes de la cooperación internacional; el objetivo común fue discutir y promover prácticas sostenibles en el sector de la construcción en Bolivia, en base al estudio que se presentó en dicha oportunidad, **“Desafíos y Oportunidades en el Ecosistema Boliviano de Infraestructura Sostenible”**, informe clave que proporciona lineamientos estratégicos y técnicos para impulsar el ecosistema empresarial y el mercado de construcciones sostenibles en el país, los resultados del estudio y del encuentro serán un catalizador para el desarrollo de futuros proyectos y políticas orientadas al desarrollo sostenible en el país.

El Estudio permitió evaluar el sector de la construcción en Bolivia, identificando los desafíos y oportunidades en la integración de prácticas sostenibles. Algo importante que resaltar, es que el sector privado, especialmente las empresas de construcción, están cada vez más comprometidas con la adopción de prácticas sostenibles, lo cual es un indicativo positivo y que se alinea al sector, con tendencias globales de sostenibilidad, además, de formular insumos técnicos para consolidar el marco general de infraestructura sostenible, basado en un consenso entre los diferentes interesados.

Este marco establece directrices y principios para guiar el desarrollo e implementación de proyectos de infraestructura, asegurando que cumplan con los criterios de sostenibilidad medioambiental y socioeconómica.

Las conclusiones del informe subrayan la importancia de un enfoque integrado y estratégico para abordar los desafíos del ecosistema de infraestructura sostenible en Bolivia. Se destaca la necesidad de colaboración entre los distintos sectores y la importancia de un compromiso compartido hacia la sostenibilidad, como también resalta la necesidad de innovación y adaptación a nuevas tecnologías y prácticas sostenibles.

Las recomendaciones basadas en el análisis realizado sobre el ecosistema de infraestructura sostenible en Bolivia, abordan varios aspectos claves para fortalecer aún más este sector vital, ya que se centra en potenciar la colaboración, mejorar la eficiencia y efectividad de los proyectos, y asegurar su alineación con los criterios de sostenibilidad medioambiental y socioeconómica.

La gestión 2024, es un año de grandes oportunidades y desafíos para la Fundación Construyendo, ya que su enfoque se centrará en consolidar los logros alcanzados en gestiones pasadas y expandir las iniciativas, fundamental será la creación de comités técnicos interinstitucionales para la formulación de políticas a nivel subnacional y nacional, aspecto que será una prioridad, ya que los mismos jugarán un papel crucial en la definición de estándares y regulaciones que fomenten la infraestructura sostenible en toda Bolivia, como también potenciar los canales operativos para la promoción de inversiones en infraestructura sostenible.



El trabajo y esfuerzos realizados, no se basará únicamente en atraer inversiones significativas, sino también, cerrar las brechas existentes en la cadena de valor de infraestructura sostenible, estrategia fundamental para crear un entorno más propicio para la innovación y el crecimiento en el sector de la construcción.



La Fundación Construyendo y el PNUD, se encuentran comprometidos con la excelencia y la innovación, a través de la colaboración y el esfuerzo conjunto se podrá lograr un impacto duradero en la industria de la construcción y en la sociedad en general, con la visión de un futuro más sostenible y eficiente para Bolivia, impulsando acciones, y siendo un modelo a seguir en el desarrollo sostenible.

Juntos, podemos construir un legado de sostenibilidad, innovación y prosperidad que beneficie a generaciones futuras.



Robot Móvil Híbrido

Multipropósito de Bajo Costo

Ing. Wilson Amado Miranda Mendoza - R.N.I. 23188

Es ingeniero electrónico de la Universidad Mayor de San Andrés con amplia experiencia en Automatización y Control, Robótica e IoT. Cuenta con Diplomados en Educación Superior y Educación Superior basado en Modelo por Competencias, además de concluir la Maestría en Redes de Comunicación en la U.M.S.A.

RESUMEN

Uno de los pilares de era industrial 4.0 es la robótica móvil, su principal objetivo es crear máquinas automatizadas no estáticas que cumplan una tarea de forma automática, o que traten de simular las conductas de un ser humano. La mayoría de estos robots son diseñados para tareas y entornos específicos y en muchos casos será necesario contar con mas de uno para lograr diferentes trabajos.

El presente trabajo pone en práctica el diseño y construcción de un robot móvil híbrido multipropósito de bajo costo, equipado con un brazo robótico de cuatro grados de libertad y una cámara de video para transmisión en tiempo real de imágenes, que puede ser controlado remotamente a través de un dispositivo móvil o vía internet, que sirva tanto para la enseñanza didáctica de la Robótica en colegios y universidades, así como, con algunas adecuaciones mecánicas y sistemas de potencia realizar tareas de tipo industrial.

Palabras clave: Robot móvil, Brazo Robótico, IoT.

INTRODUCCIÓN

El uso de robots móviles en la actualidad es inminente, para automatizar y optimizar diferentes tareas o que realicen trabajos en ambientes inseguros o inaccesibles para los usuarios, de tal forma de precautar su seguridad.

Los robots pueden ser tele operados, es decir controlados por un usuario a distancia desde una estación remota o ser programados para realizar tareas de manera autónoma, mediante sistemas sensores con capacidad de adaptación ante circunstancias espaciales modificadas.

Las plataformas IoT (Internet de las Cosas) son clave para el desarrollo de aplicaciones, software y servicios para la interconexión de personas y “cosas”. Por ello se expresa la necesidad de combinar estas tecnologías, para extender el campo de aplicaciones de la robótica, generando ventajas desde el punto de vista de la protección y seguridad del usuario, además de recabar información en bases de datos, de sensores y otros dispositivos.

Así también, los robots móviles son un foco importante de la investigación actual y casi todas las universidades importantes tienen uno o más laboratorios que se centran en su investigación además de usarse de forma didáctica en universidades e incluso en los colegios, para lograr conocimientos en Electrónica, Programación, Robótica, Automatización y otras áreas. Pero estos equipos didácticos de laboratorios de electrónica y robótica, son de costo elevado y en muchos casos el software y hardware utilizado es cerrado no permitiendo que los estudiantes hagan mayor investigación o desarrollo.

Por ello se vio la necesidad de desarrollar robots móviles con hardware accesible y de bajo costo, así como usar software de código abierto, que puedan ser usados en diferentes aplicaciones, principalmente en el entorno educativo.

DESARROLLO

Para el diseño y desarrollo del robot móvil se utilizó la metodología tipo experimental, considerando los siguientes subsistemas que lo conforman, así como su integración y funcionalidad.

SISTEMA MECANIZADO

- ARMAZON PARA MOTORES CON SISTEMA ORUGA
- BRAZO ROBOTICO

SISTEMA SENSITIVO

- SENSORES

SISTEMA DE LOCOMOCION

- ACTUADORES
- MOTOREDUCTORES
- SERVOTORES
- PUENTE H

SISTEMA DE CONTROL

- PLACA DE DESARROLLO ESPCAM
- CODIGO DE PROGRAMACION

Figura 1. Subsistemas del Robot Móvil Híbrido
(Elaboración propia)

A. Sistema Mecanizado

El robot móvil desarrollado en este trabajo, es un robot móvil con tracción de motores DC con reductor, con un sistema mecánico tipo oruga, el cual es un conjunto de eslabones modulares que permiten un desplazamiento estable aun en terrenos irregulares. El armazón que se usó se muestra en la figura y soporta los componentes del que está compuesto el robot, presenta robustez, por el tipo de material, además de facilidad para su instalación.

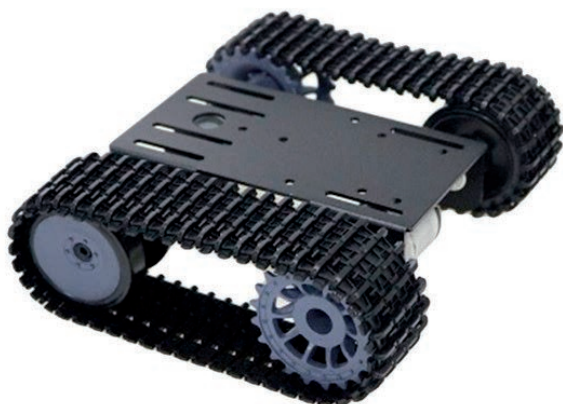


Figura 2. Chasis para motores con sistema oruga

Brazo Robótico

El robot móvil está equipado con un brazo robot de cuatro grados de libertad, accionado por servomotores, las características del brazo son: a) Base: Giro del brazo de 360 grados. b) Brazo: Movimiento sube y baja de 0 a 140 grados. c) Antebrazo: para lograr movimiento adicional del brazo. d) Pinza: para sujetar piezas. El brazo utilizado es un proyecto anterior desarrollado que se incorporo con el sistema anterior.

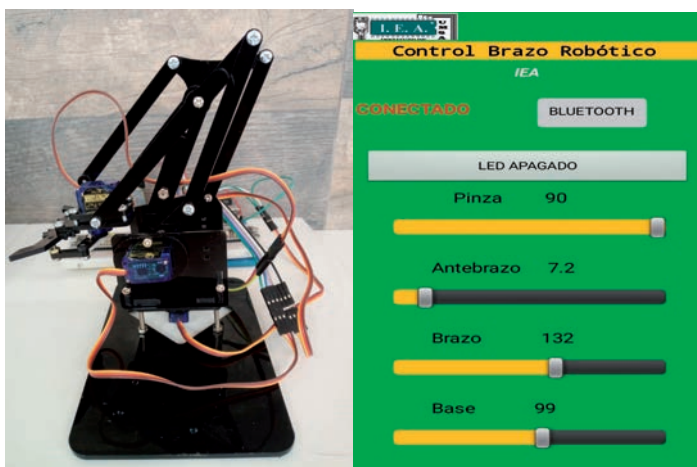


Figura 3. Brazo Robótico de cuatro grados de libertad.

B. Sistema Sensitivo (Sensores)

Si bien inicialmente se dispuso de contar con un sistema

sensitivo compuestos de sensores infrarrojos para detectar una línea como trayectoria, y un sensor ultrasónico para detección de obstáculos, para el diseño final se descartó los mismos por la limitación de disponibilidad de entradas y salidas en la placa de desarrollo escogida, dando prioridad a las salidas para el control de los motores además de contar con una cámara de video. Es posible agregar más adelante estos sensores para darle cierta autonomía al robot.

C. Sistema de Locomoción (Actuadores)

El robot móvil para poder desplazarse usa dos motores DC con reducción de velocidad, los mismos requieren de un módulo de potencia L298N con dos canales de Puente H, para controlar el sentido de giro y velocidad y dotar mayor corriente, usando alimentación de 7 a 12 V.

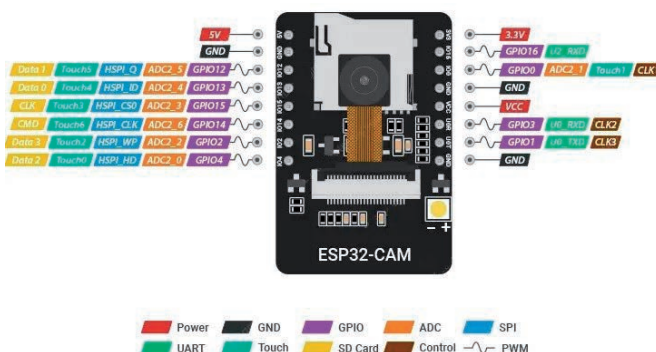
Asimismo, el Brazo Robótico tiene articulaciones como las de de un brazo humano y para lograr el movimiento usa cuatro servomotores controlados por señales PWM desde el controlador. Los servomotores requieren una alimentación de 5V, para ello se usa también un regulador de voltaje LM2596, como se indica en la figura 6.

E. Sistema de Control

La tarjeta de control o cerebro del robot elegida para este caso es un ESP32-CAM el cual es un pequeño módulo (en tamaño, no en prestaciones) que incluye el procesador IOT ESP32-S con WIFI y Bluetooth incorporado, una cámara OV2640 de 2MP y algunos pines adicionales para conectar cualquier dispositivo como sensores o actuadores.

Características:	
Módulos	Módulo 802.11b/g/n Wi-Fi BT SoC
Procesador	CPU de 32 bits de bajo consumo
Velocidad	Hasta 160MHz
Memoria	520KB SRAM, 4MPSRAM externa
Entradas y Salidas	UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
Cámara de video	2 MP tipo OV2640 u OV7670
Almacenamiento	SD Card
Alimentación	3.3V o 5V

Tabla 1. Características ESP32-CAM



Código del Programa

El software de control para el móvil, el brazo y la cámara se basó en el IDE de Arduino. El mismo al ser muy extenso, no se incluye en el artículo, pero puede ser descargado de la siguiente dirección: https://drive.google.com/drive/folders/1qpf2nuIcW8C9i5AJTuziqcatvWb9bnx?usp=drive_link

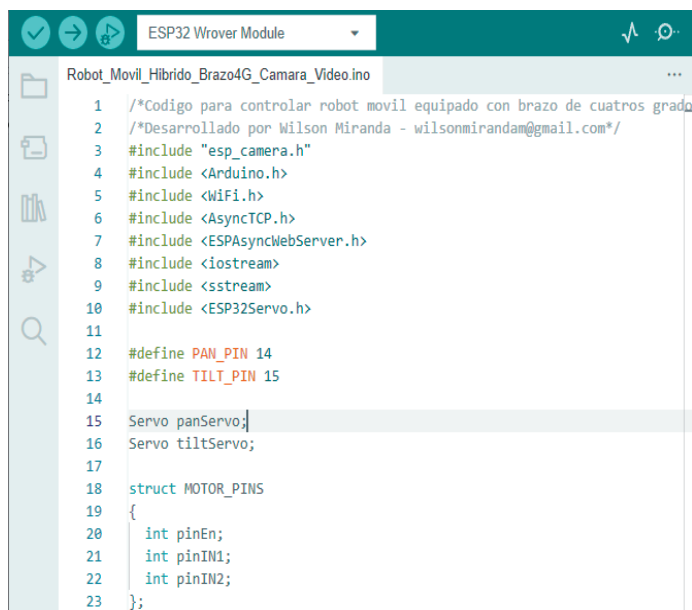


Figura 5. Código del Robot Móvil en Plataforma Arduino

El software está conformado, por un lado, por el algoritmo de control de los motores para su desplazamiento, adelante, reversa, giro derecho, giro izquierdo y detenerse, así como el control de servomotores para lograr los movimientos del brazo, tanto de la base, brazo, antebrazo y pinza. Asimismo, cuenta con un servidor web implementado en la misma placa, para poder visualizar la cámara de video en tiempo real, así como la interface de control. Para lo cual se desarrolló una página web tipo responsive, la cual se puede acceder vía internet en forma local a través de la dirección IP: <http://192.168.4.1> y también se puede acceder desde dispositivos móviles conectados a la misma red WIFI.

Implementación del Robot Móvil Híbrido

En la siguiente figura podemos apreciar el circuito final con todos los componentes, la placa de desarrollo ESP32-CAM, que incluye la cámara de video y que controla los motores DC con el puente H L298N, los servomotores del brazo robótico y un servomotor adicional para dar el movimiento de arriba-debajo de la cámara de video. Además, se visualiza la conexión del sistema con la fuente de alimentación de 7-12V y la utilización de un regulador de voltaje para la alimentación de los servomotores con 5V.

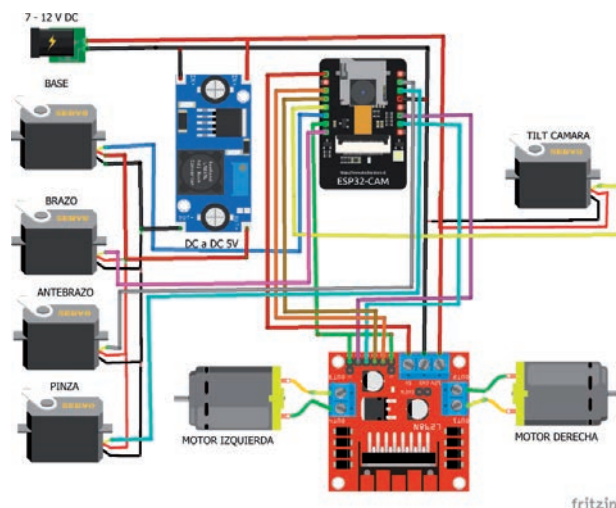


Figura 6. Circuito Final del Robot Móvil Híbrido

Resultados

En la figura se observa el robot móvil híbrido finalizado, equipado con el brazo robótico, que es completamente funcional. Como es de carácter educativo, no se implementó un circuito impreso, pero se cuenta también con el diseño.

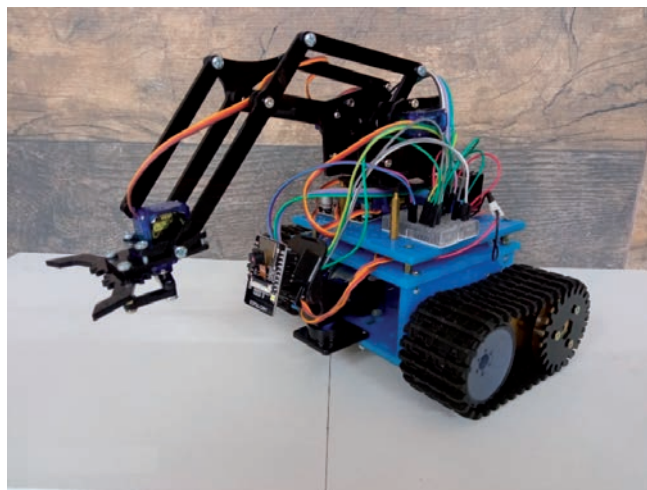


Figura 7. Robot Móvil Híbrido Desarrollado

CONCLUSIONES

El robot móvil híbrido desarrollado, cumple las características y funcionalidades propuestas, el movimiento es óptimo debido al sistema tipo oruga en las ruedas, pudiendo desplazarse tanto en subida como en bajada con pendientes no muy elevadas, así como en terrenos irregulares. La cámara de video de 2MP brinda una buena resolución de imagen en tiempo real y la interfaz de la página web, permite un control en forma remota a través de internet dentro la misma red WIFI. Pudiendo luego integrarse a plataformas IoT para poder tener un mayor control.

El trabajo integra varios proyectos individuales, demostrando que con una pequeña placa de desarrollo es posible controlar diferentes subsistemas y al ser de código abierto, es posible realizar modificaciones y hacer mayor investigación, con bajo presupuesto.

Con el uso de sistemas mecanizados más robustos y sistemas de potencia, puede ser utilizado también en otros proyectos de mayor envergadura. Este trabajo es el inicio de una serie de prototipos para los laboratorios del Instituto de Electrónica Aplicada de la Facultad de Ingeniería.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baturone, A. O. (2005). Robótica: Manipuladores y Robots Móviles. Marcombo.
- Beltran Tuquerres, C. E. (2019). Desarrollo de un controlador centralizado de seguimiento de trayectoria para un sistema multi robot.
- Burgard, W., Moors, M., Stachniss, C., & Schneider, F. E. (2005). Coordinated multi-robot exploration. IEEE Transactions on Robotics, 21(3), 376–386. <https://doi.org/10.1109/TRO.2004.839232>
- Carlos Adrián Mainetti, Andrés Romero y Marcelo Tulio Piovan (2021). Plataforma terrestre móvil multipropósito económica para usos de inspección y de manipulación de cargas peligrosas. 981-Texto del artículo-8027-2-10-20211221
- García, Esbeidy & Monroy Cruz, Ernesto & Torres-Rodríguez, Agustín & Hernández, Jonathan. “Sistema automatizado para la clasificación y manipulación de objetos mediante un brazo articulado”.
- Monroy Cruz, Ernesto & Paredes, Vianey & Hernández, Damián & Simón-Marmolejo, Isaías. “Diseño y construcción de brazo robótico para línea de producción entrenadora”. Memorias del XXVI Congreso Internacional Anual de la SOMIM, 2020.
- Tzafestas, S. G. (2014). Introduction to mobile robot control (First edition). Elsevier.
- Z. Wang, Y. Wu and Q. Niu, “Multi-Sensor Fusion in Automated Driving: A Survey,” in IEEE Access, vol. 8, pp. 2847-2868, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2962554.

¿CONOCES

EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?

DISPONE QUE:

El Tribunal de Honor es el órgano disciplinario encargado de juzgar y sancionar el comportamiento ético en el ejercicio profesional de los miembros de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia

El Código de Ética Profesional, aprobado en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento.



Comprometidos con el desarrollo del país

Para más información visita:
www.sib.org.bo

Cumplir Necesidades/Expectativas del Cliente Mediante el Análisis de la Capacidad del Proceso

Mgr. Ing. Sarela Valerie Villarroel Herrera- R.N.I. 33445

Es Ingeniera Industrial de la Universidad Mayor de San Simón con Maestría en Estadística Aplicada a la Gestión Empresarial.

RESUMEN

El estudio de la Capacidad del Proceso es una evidencia estadística de la calidad e indica si un proceso es capaz de cumplir satisfactoriamente especificaciones de un producto determinado. Si el proceso es capaz, significa que el mismo se encuentra estadísticamente bajo control y que los productos cumplen especificaciones determinadas que permitirán cumplir las necesidades/expectativas del cliente. Entregar productos de calidad no debe traducirse sólo como una buena intención por parte de la organización, este requiere bastante esfuerzo de todas las partes interesadas involucradas en el proceso productivo, porque todo lo que se mide, puede gestionarse y mejorar su desempeño.

Palabras clave: Control Estadístico, índice de Capacidad de Proceso, índice de Capacidad Real del Proceso.

considera el centramiento y dispersión, relacionándolo con la capacidad para cumplir especificaciones. Conocer la Capacidad del Proceso significa determinar el nivel de cumplimiento de la especificación, permitiendo a la alta dirección tomar decisiones para reducir las variaciones y obtener productos más homogéneos, dando respuesta a las necesidades contractuales de negociación entre clientes y proveedores.

Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2009) explican que, en el análisis de la Capacidad del Proceso, generalmente se estudian dos índices:

- El Índice de Capacidad de Proceso (C_p), permite medir la relación entre la tolerancia, dada por la especificación y la variación natural del proceso:

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

$$C_p = \frac{\text{Límite Especificación Superior (LES)} - \text{Límite de Especificación Inferior (LEI)}}{6\sigma}$$

Denotar que lo ideal es obtener valores de $C_p > 1$, eso significaría una menor variación y, para que esa situación ocurra, es necesario disminuir la variación estándar del proceso. En la Tabla 1 se muestran los valores que puede tomar C_p y sus respectivas interpretaciones.

Tabla 1.

Valores de C_p y su interpretación.

Valor C_p	Clase o Categoría del Proceso	Decisión (Si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial.	Se tiene calidad Seis Sigma (Six Sigma).
$C_p > 1,33$	1	Adecuado.
$1 < C_p \leq 1,33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0,67 \leq C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso y requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0,67$	4	No adecuado para el trabajo y requiere de modificaciones muy serias.

Fuente: Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2009.

INTRODUCCIÓN

La Organización Internacional de Normalización (ISO, 2015) manifiesta que la calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad de satisfacer a los clientes y, que una organización orientada a la calidad, promueve una cultura que da como resultado comportamientos, actitudes, actividades y procesos que proporcionan valor mediante el cumplimiento de necesidades/expectativas de los clientes y otras partes interesadas pertinentes.

Las organizaciones deben enfocar toda su atención para que el producto cumpla los requisitos especificados, eso los volverá competitivos en el mercado y generará confianza en sus clientes, ya que generalmente los compradores utilizan la Capacidad del Proceso del proveedor como criterio de compra.

Mejía Echeverri (2013) indica que el análisis de la Capacidad del Proceso es una de las herramientas más útiles porque

Los valores de la Tabla 1 se fundamentan en cuatro supuestos:

1. Las características de calidad siguen una distribución normal.
 2. El Proceso es centrado.
 3. El Proceso es estable.
 4. La desviación estándar del proceso a analizar es conocida.
- El Índice de Capacidad Real del Proceso C_{pk} , es un indicador de la capacidad real de un proceso, que puede verse como un ajuste del índice C_p para tomar en cuenta el centrado del proceso.

$$C_{pk} = \text{Mínimo} \left[\frac{\mu - LEI}{3\sigma}, \frac{LES - \mu}{3\sigma} \right]$$

El índice C_{pk} siempre va a ser menor o igual que el índice C_p , pero cuando son muy próximos eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones. En la Tabla 2, se muestra los valores que puede tomar C_{pk} con su respectiva interpretación.

Tabla 2.
Valores de C_{pk} y su interpretación.

Valor C_{pk}	Interpretación.
$C_{pk} < 1$	Alguna parte de la distribución de datos está fuera de los límites especificados.
$C_{pk} = 0$	El 50% de los datos estarán fuera de los límites de especificación.
$C_{pk} > 1,25$	Capacidad del proceso satisfactoria.
$C_{pk} \geq 1,67$	Capacidad del proceso adecuada.

Fuente: Elaboración propia utilizando datos de Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2009.

DESARROLLO

Se realizará el análisis de la Capacidad del Proceso, utilizando los dos índices mencionados, para una empresa de chocolates que desea garantizar que el peso neto de su producto de 250 (g) cumple con los requisitos internos, donde la tolerancia es de ± 3 (g). De los lotes producidos, escogieron 17 aleatoriamente y extrajeron 3 muestras de cada lote para realizar el pesaje, en la Tabla 3 se muestra los resultados de cada pesaje realizado a la muestra individual.

Tabla 3.

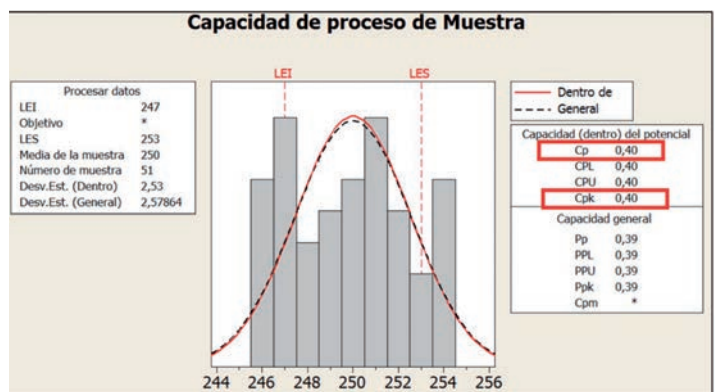
Peso Neto de las tres muestras escogidas de cada lote.

Lote	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
1	250,50	249,50	246,00
2	247,50	250,20	251,30
3	250,80	249,50	246,30
4	247,20	246,80	247,10
5	247,00	253,20	254,00
6	250,10	252,00	252,00
7	253,90	253,00	251,80
8	251,60	249,20	248,30
9	249,00	248,60	248,00
10	250,00	250,50	250,80
11	250,70	246,00	245,80
12	246,00	247,00	248,50
13	253,60	254,00	253,80
14	247,00	247,90	246,50
15	246,00	250,00	253,00
16	254,00	252,00	251,00
17	250,50	249,00	247,00

Fuente: Elaboración propia.

Según datos históricos, la empresa definió que su $\mu=250$ (g) y $\sigma=2,53$ (g). Los datos se ingresaron a Minitab, obteniendo el resultado de la Figura 1.

Figura 1.
Capacidad del Proceso.



Fuente: Elaboración propia utilizando el software Minitab.

Como se observa en la Figura 1, hay datos que están fuera de los límites de especificación por lo que ya se podría asumir que el proceso no está siendo capaz, ya que el peso neto obtenido en los diferentes lotes no está siendo homogéneo, sino que está teniendo variaciones que incluso no están dentro del límite de tolerancia establecido. Los valores obtenidos de los índices C_p y C_{pk} es el mismo

(0,40), al ser iguales indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares, pero el C_p al ser menor que 0,67 indica que el proceso no es capaz y requiere modificaciones muy serias. El valor de C_{pk} confirma que la distribución no está centrada y que hay datos que están fuera de los límites especificados.

CONCLUSIONES

El Análisis de Capacidad del Proceso permite tomar decisiones, definiendo si el mismo es capaz o no de seguir especificaciones, en el caso de estudio del peso neto de los chocolates, el mismo no está siendo capaz de producir lotes con peso neto homogéneo de 250 (g)±3 (g), por lo

que no están satisfaciendo las necesidades/expectativas del cliente. En estos casos es mejor identificar las causas mediante un Diagrama de Ishikawa, realizar un Diagrama de Pareto o verificar si los niveles de tolerancia otorgados al proceso y/o medidas estadísticas son correctos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Mejía Echeverri, O. (2013). Capacidad de proceso. <https://hdl.handle.net/10893/6217>
- Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2009). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. The McGraw-Hill.
- Organización Internacional de Normalización. (2015). Sistemas de Gestión de la Calidad- Fundamentos y Vocabulario. (NB/ISO 9000).

¿CONOCES EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?



ESTIPULA:

FALTAS Y SANCIONES EN EL EJERCICIO PROFESIONAL

- | | |
|---|---|
| • Falta de respeto | • Infidencia |
| • Publicidad engañosa | • Incompatibilidad |
| • Sustitución inconsulta de colegas | • Adulteración y falsedad del curriculum vitae |
| • Designación inapropiada de personal | • Malas prácticas en evaluación, peritaje y arbitraje |
| • Firma de proyectos ajenos | • Deslealtad para con la SIB e instituciones afines |
| • Validación de ejercicio ilegal de la profesión | • Sanción por incumplimiento de deberes en el ejercicio profesional |
| • Competencia desleal | |
| • Uso indebido de documentación y de derechos de autor | |
| • Elaboración de documentos para concursos inapropiados | |

El Código de Ética Profesional, aprobado en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento.

Para más información visita:
www.sib.org.bo



Comprometidos con el desarrollo del país

¿Crisis del Gas?, Las Alternativas que Tenemos ¿Litio? y el Desorden Administrativo

Ing. Alvaro Isaias Martinez Murillo - R.N.I. 51770

Es Ingeniero en Gas y Petróleo de la Universidad de Aquino Bolivia, licenciado en administración de Empresas de la Universidad Técnica de Oruro, cuenta con diplomados en educación superior, marketing estratégico, marketing internacional, responsabilidad social y empresarial, derechos humanos reparación integral acceso a la justicia, desarrollo e inclusión social, especialista en investigación.

RESUMEN

Según los datos de YPFB existe un buen futuro para el gas y su industrialización para los próximos 10 años, también tendrá gran importancia la diversificación energética los próximos 2 años en especial en cambio de las termoeléctricas, el sector de los hidrocarburos entra en un punto de oportunidad y desafíos, el litio en el mundo Australia y EEUU desde el 2021 ya tiene un acuerdo energético China y Rusia son competitivas y buscan los lugares que tengan reservas ya sean grandes o chicas eso no quiere decir que estemos en su prioridades, el desorden administrativo llevo a YPFB y YLB a un desorden que retrasa la industria y evita pisar el acelerador en el caso de la industrialización.

INTRODUCCIÓN

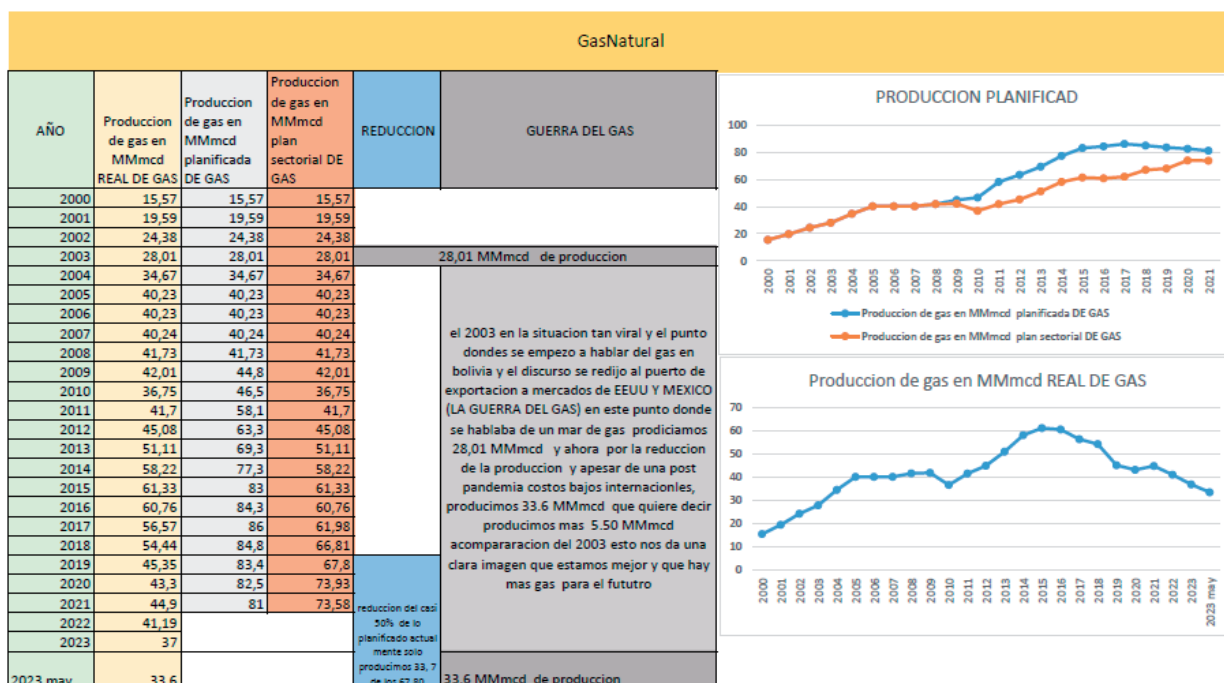
Desde junio de este año YPFB dio los siguientes datos.

FECHA	LUGAR	RESULTADO
13 de junio	Chaco este -X9D	Nuevos reservorios
22 de junio	Chanel BW - X1 IE	Aumento de 5,31 MMmcd a 6,34 MMmcd.
30 de junio	Mamore I y Surubí	Producción 1050 BPD aumentando el 50 %
5 de julio	Charagua	Estimo un potencial de 1,4 TCF
17 de julio	36 proyectos	Plan de reactivación del Upstream
24 de julio	perforaciones en el sub andino norte, madre de dios,	Aumento de producción
26 de julio	Tope X1, Maya centro X1, Yará X2, y sísmica en Vitacura, Camatindi, Boomerang para el sub andino norte	4 proyectos exploratorios
26 de julio	VPACF	Estabilizar la producción de gas en más de 30 MMmcd
6 de agosto	Remanso X1	Descubre un reservorio de Gas que más de 5000 MM de dólares por 0,7 TCF
9 de agosto	consultora de Francia Beicip Franlab	Reveló que la Paz, Beni y Pando estas zonas poseen una cuenca de clase mundial
13 de agosto	VACF de YPFB	Actividad exploratoria hasta el 2025 permitirá revertir la declinación de la producción que se da desde 2014 y se incrementará los ingresos por IDH
14 de agosto	ANH CHane NW X1	Nuevos resultados dando buenos resultados

Hay gas para mucho tiempo talvez el reto será la búsqueda de mercados y la industrialización responsable y destino para esos productos y mejora la parte administrativas de las instituciones a cargo de este sector.

DESARROLLO

El sector hidrocarburífero hoy se encuentra en un punto que yo lo llamare de “oportunidad”, en 1996 se firma el contrato de venta de gas al Brasil y 1999 empezó la venta en la práctica estamos en una situación similar en cuestión al número de reservas certificadas siendo el origen de lo que tenemos actualmente, la producción cayó eso no significa que cayo las reservas es más un aspecto técnico de los personeros de YPFB.



Hay que tomar en cuenta en esta pequeña historia el tema de la nacionalización, siendo distinta a las otras dos nacionalizaciones que antecedieron a esta, recuperando las acciones a favor de YPFB en ese entonces residual gracias a la capitalización sumado a esta recuperación de acciones viene la renegociación de contratos de exploración y explotación con las empresas operadoras de entonces, existió un miedo en el sector porque pensaban que los capitales privados abandonarían el país, pero no se fueron, se quedaron para recuperar las inversiones previas al D.S. de Nacionalización, ya que son empresas y hacen negocios, desde este punto YPFB asume el mando nuevamente de la industria del gas, petróleo y ahora de energías y con la CPE del 2009 YPFB monopoliza el sector, contratando a las petroleras transnacionales en bases a sus requerimientos como YPFB en base a lo que sus profesionales la mayoría con más de 20 años de trabajo en YPFB requieran o generen proyecciones.

Las condiciones ofrecidas por las políticas hidrocarburíferas planteadas por profesionales en el área en ese entonces no son las más ideales en el caso de exploración ni para YPFB ni para las privadas, ya que el régimen fiscal es muy alto 81% de la renta petrolera a favor del país, pero pese a eso las empresas se seguían quedando aunque no nos suene atractiva en porcentaje, también se generó inseguridad jurídica no por el MAS ni por el MENOS sino porque ya llevamos 3 nacionalizaciones y no es de admirar que se hable de una cuarta reacondicionada en el futuro. Los profesionales del ministerio y de YPFB limitan esta situación a la exploración como único factor sabiendo que existen muchos más,

la política hidrocarburífera tiene aristas como la CPE y el DS de nacionalización, y desde 2006 hasta la fecha tenemos 14 presidentes de YPFB todos interinos evitando la continuidad y un **DESORDEN ADMINISTRATIVO** institucional, pero la CPE dice que a YPFB la tiene que fiscalizar una institución ajena a YPFB, pero YPFB creo su vicepresidencia de fiscalización siendo YPFB solo una institución burocrática, la CPE en su Art 365 ya prevé dice regular, controlar, supervisar toda la cadena productiva hasta la de industrialización (la creación de la empresa Boliviana de Industrialización de Hidrocarburos), y el ministro de hidrocarburos preside el directorio de YPFB rompiendo lo que dice el Art. 565 donde solo dice que estará bajo la tuición del ministerio del ramo y no así de presidirla, genero cruce de roles generando un desorden administrativo. Una nueva política hidrocarburífera y leyes específicas para el sector es necesario para solucionar estos aspectos, el mundo es muy distinto al mundo de 2002 y 2006, actualmente se apuesta a la **DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA**, pero tenemos que tener en cuenta que el 72% de la energía eléctrica proviene de termoeléctricas que funcionan con gas natural, esta posiblemente sea remplazada por Hidrogeno ya que es la tendencia mundial siempre y cuando exista una modificación o una nueva política energética e hidrocarburífera. Al encontrar nuevos yacimientos de gas natural que estamos seguros que existen tenemos la responsabilidad de dar un valor agregado a esto ya que no podremos vender a nuestros vecinos e innovar la industria y fortalecer la diversificación energética es una tarea pendiente.

Otros hablan del **LITIO** como el futuro otros como la salvación de la Pacha Mama, etc., el litio ya no puede ser el factor más importante para nuestro desarrollo, la lección aprendida es que el litio no remplazara al gas en cuestión a ingresos económicos los medios de compra y venta son muy distintas al gas, el país está entrando al mercado del litio 10 años tarde y si a esto le sumamos nuevas reservas en México y lo más resaltante las nuevas reservas de litio en EEUU cambian el mercado de litio y la geopolítica existente alrededor del litio que se daba hasta finales de 2022, cambiando las proyecciones que se tenían hasta entonces, ya que no dimensionamos nuestras capacidades tanto de insumos y tecnología para acelerar este proceso, y nuevamente entra el **DESORDEN ADMINISTRATIVO** en este recurso como en los hidrocarburos primero fue la Dirección de recurso evaporíticos de la COMIBOL, posteriormente se convierte en una gerencia luego la gerencia se convierte una empresas YLB pensando que esto aceleraría el proceso y se confunde al litio con un energético es un mineral y solo representa el litio el 4% hasta el 10% como máximo de una batería y el restante son insumos que no produce el país y si lo hace no es nada competitivo ante el mercado global de costos y precios, y si las reservas del litio de EEUU entran a la carrera de la industria del litio el país descendería a solo tener el 14% de la participación en todo lo que teníamos

planeados ya que Australia y EEUU desde el 2021 ya tiene un acuerdo energético en el caso del litio, en el caso de la empresas chinas y rusas que nos dicen que somos atractivos para ellos, China y Rusia son competitivas y buscaran los lugares que tengan reservas ya sean grandes o chicas eso no quiere decir que estemos en su prioridades, y los convenios firmados con estas empresas no generan obligaciones siendo solo intenciones y cabe mencionar que para China el litio de África es más rentable por los mecanismos de transporte y distribución a comparación del litio del país.

CONCLUSIONES

En el caso de exploración se necesita un nuevo marco jurídico e impositivo del sector y una ley especializada del upstream, cambiar el modelo de contratos para las empresas del sector de hidrocarburos, reestructuración de YPFB, Incentivar una nueva ley de Hidrocarburos adecuada a la nueva realidad y las zonas NO TRADICIONALES como prioridad para nuevas exploraciones en el área petrolera y gasífera para aumentar la renta petrolera antes del 2025 existen los profesionales y la voluntad, la industrialización Interna del gas y reducción de la exportación nos traerá más réditos económicos y más desarrollo a comparación la exportación de gas y del litio (industrialización responsable) hay gas para mucho tiempo talvez el reto será la búsqueda de mercados y la industrialización responsable y destino para esos productos. Una nueva política hidrocarburífera y leyes específicas para el sector es necesario para la DIVERSIFICACIÓN ENERGÉTICA, ordenar ese desorden administrativo y reestructurar las funciones existen en estas organizaciones para adecuar nuestra realidad a la realidad del mundo y no actuar contingencialmente como en un pasado, la Planificación, Organización, Dirección y Control tienen que ser las bases de estas empresas de hoy en adelante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Constitución política del estado, Ley de Hidrocarburos Ley 3058
- Publicaciones de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos YPFB
- XII Bolivarian Symposium, Petroleum Exploration The Subandean Basins, Bogota, 2016.
- Department of Energy; Carbon Dioxide Enhanced Oil Recovery, Energy Supply and Long Term Carbon Storage Solution; National Energy Technology Laboratory, 2010.
- <https://www.mmedinaceli.com/las-ventas-casadas-de-la-casera-hueso-carne-y-el-valor-del-gas-natural-boliviano/?fbclid=IwAR3inAi0AIggtC7VkyMAj7nEKEk5oEjJt-7iJPLGSsrS1zlj-yn14FEUI>
- <https://fundacion-milenio.org/anf-milenio-bolivia-necesitara-importar-gas-en-un-futuro-no-lejano-para-atender-la-demanda-interna/>

Estación de Carga Móvil con Monitoreo en Tiempo Real

Ing. Christian Ricardo Tusco Zegarra - R.N.I. 49941

Es Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, con diplomados en educación superior, preparación y evaluación de proyectos, Eficiencia energética y uso de energías renovables. Además de una especialidad como gestor energético en regulación de costos energéticos y análisis de ahorro potencial.

RESUMEN

Este proyecto se centra en la creación de una estación de carga móvil para vehículos eléctricos, explorando la relevancia actual de la electromovilidad y su impulso por tecnologías como el Internet de las Cosas, la automatización y las energías alternativas. El análisis del rendimiento de la carga de vehículos eléctricos en el mercado boliviano destaca la eficiencia y la sostenibilidad, especialmente con el uso de energía solar. La estación de carga puede alimentarse tanto de la red eléctrica monofásica como de paneles solares, y se ha llevado a cabo un estudio de dimensionamiento del sistema de protección eléctrica, junto con la implementación de sensores para el monitoreo de datos.

Palabras clave: Energía solar, electromovilidad, IoT, sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen estaciones de carga para vehículos eléctricos disponibles en el mercado, las cuales se dividen en estaciones instaladas en redes eléctricas monofásicas y estaciones industriales de tres fases. Es necesario cumplir con normas eléctricas y de seguridad para garantizar la integridad de los usuarios y los vehículos [1]. El proyecto se enfoca en desarrollar un prototipo de estación de carga para vehículos eléctricos con el objetivo de abordar la falta de infraestructura de carga adecuada. El prototipo debe ser eficiente, conveniente y seguro para fomentar la adopción masiva de la movilidad eléctrica. Se consideran desafíos como la selección de tecnologías de carga, la gestión de energía, la interoperabilidad y la implementación de medidas de seguridad. Este proyecto se basa en la necesidad de satisfacer la demanda creciente de vehículos eléctricos y proporcionar una experiencia de carga óptima. [2] [3]. En Bolivia, el Grand Prix Solar Car destaca como un evento importante en el ámbito de la movilidad eléctrica, donde las estaciones de carga desempeñan un papel crucial [4]. Además, Bolivia se ha convertido en un país productor de vehículos eléctricos, lo que justifica la implementación estratégica de estaciones de carga [5].

DESARROLLO

A continuación, se presenta un esquema general del proyecto, el cual se divide en tres etapas: eléctrica, electrónica y mecánica.

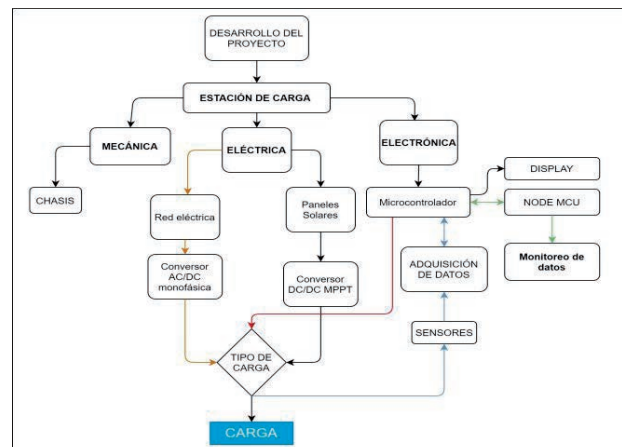


Figura 1. Esquema general del proyecto

A. Dimensionamiento de paneles solares

El dimensionamiento de los paneles solares:

$$I_{max} = 8,52 \text{ A}$$

$$V_{out} = 31,7 \text{ V}$$

$$P_{max} = 270 \text{ W}$$

Se determinó que la configuración en serie de los paneles solares es la más adecuada, y a partir de la ecuación $P = I * V$. Potencia máxima entregada por los paneles solares, que será la potencia de entrada al controlador de carga.

$$P = 540,17 \text{ W}$$

Inclinación óptima anual - Inclinación de paneles solares

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 * |\Phi|$$

Donde: Φ = Latitud

La latitud se puede obtener fácilmente a través de herramientas como Google Earth o Google Maps, según la ubicación.

B. Fuente de energía y control

Se implementó un microcontrolador de la familia 18F4550 para la lógica de programación. Siendo esta la mejor opción para el procesamiento de datos e implementación de interrupciones para el despliegue de datos en una pantalla LCD.

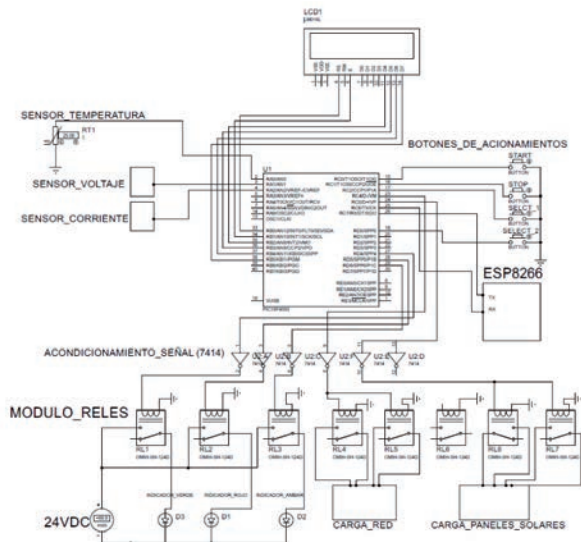


Figura 2. Diseño de placa PCB Electrónica de control y potencia

C. Monitoreo de datos

Además del control, el microcontrolador PIC18F4550 realiza la lectura de datos mediante los sensores implementados en la estación de carga, como voltaje, corriente y temperatura.

Estos datos se visualizan en el display y se envían a través del protocolo de comunicación UART al NodeMCU ESP8266 [7].

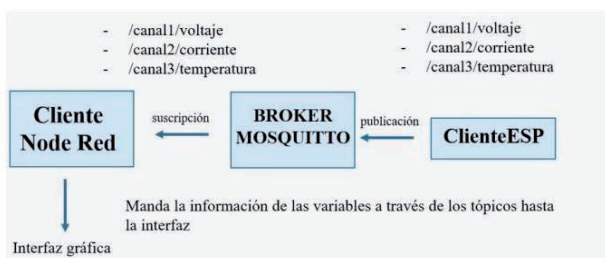


Figura 3. MQTT- Monitoreo de datos

El sistema de monitoreo se desarrolló en Node-Red, una plataforma que vincula el hardware y software de la estación de carga utilizando el protocolo de comunicación MQTT (machine to machine) de tipo message queue [8].



Figura 4. Dashboard - Monitoreo de datos en tiempo real.

En la figura 4, se puede observar el dashboard implementado en Node Red conexión entre el Node MCU esp2286 y Node Red.

CONCLUSIONES

La estación de carga, diseñada para el vehículo Solar Car, se desarrolló con éxito, considerando las potencias de carga de la batería y permitiendo una comparación con otros vehículos. Se llevó a cabo un análisis de costos para determinar el tiempo de retorno de la implementación de la estación de carga alimentada por paneles solares. El costo total es de 7200 Bs en el mercado, con una potencia de salida de 540 W para cargar diariamente una batería de 20 Ah.

EVALUACIÓN TIEMPO DE CARGA - VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Vehículo	Carga estándar	Tiempo de carga	
		Red Eléctrica	Paneles Solares
Solar Car	7 hrs 48 min.	7 hrs 48 min.	3 hrs - 48 min.
S Like Yadea	6 horas	x	5 hrs - 44 min.
C-UMI	6 horas	x	4 hrs - 46 min.
M-5	6 horas	x	5 hrs - 43 min.
B. Condor	4 horas	x	1 hrs - 25 min.
Luna	5 horas	x	4 hrs - 46 min.
Z-3	6 horas	x	5 hrs - 58 min.

Tabla 1. Vehículos eléctricos en el mercado boliviano – tiempo de carga VE.

El retorno de la inversión se estima en aproximadamente 8 años y 3 meses utilizando únicamente energía solar durante 3 horas y 48 minutos al día. Este tiempo de retorno podría reducirse en caso de cargar dos baterías diariamente o inyectar energía a la red mediante un inversor On Grid correctamente dimensionado [9].



Figura 5. Inversión Vs Tiempo de retorno

Se diseñó un sistema de control y señalización para garantizar la seguridad durante la carga de los vehículos eléctricos. También se incorporó un sistema de lectura y

monitoreo de datos utilizando un microcontrolador y un Dashboard desarrollado en Node-Red



Figura 6. Validación del prototipo funcional – Estación de carga móvil en vehículo eléctrico Solar Car.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Isla, L., Singla, M., Rodríguez, M., & Granada, I. (2019). Análisis de tecnología, industria y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y Caribe (Nota Técnica IDB-TN-1628).
- [2] Tesla. (s.f.). Supercharger. Recuperado de <https://www.tesla.com/supercharger?redirect=no>
- [3] Khan, S., Castillo, U. C., De, J., Soto, C., & Reza, A. E. (s.f.). V2G para reforzar la red eléctrica con energía almacenada en vehículos eléctricos (VE) en la Ciudad de México.
- [6] Grand, E., & Solar, P. (2020). Descripción General - Grand Prix Solar Car Bolivia.
- [7] QUANTUM. (s.f.). Acerca de QUANTUM. Recuperado de <https://tuquantum.com/acerca-de-nosotros>
- [7] Microchip. (2009). Pic18F4550.
- [8] Schneider Electric. (s.f.). IIoT y Node-RED. Recuperado de <https://product-help.schneider-electric.com/Machine%20Expert/V1.1/es/BoxPCMod/BoxPCMod/Box%20PC%20-%20IIoT%20Box%20Project%20Cyber%20Security/Box%20PC%20-%20IIoT%20Box%20Project%20Cyber%20Security-3.htm>
- [9] W. K. e. Al. (2008). Test-V2G-in-Pjm-Jan09.Pdf, 2008(1).
- [10] Nemes, C., & Munteanu, F. (2011). Potential solar irradiance assessment based on a digital elevation model. Advances in Electrical and Computer Engineering, 11(4), 89–9.

¿CONOCES

EL CÓDIGO DE ETICA PROFESIONAL?



ESPECIFICA:

FALTAS Y SANCIONES EN EL EJERCICIO DE FUNCIONES INSTITUCIONALES

- Incumplimiento de disposiciones normativas
- Incumplimiento de disposiciones del tribunal de honor
- Falta de respeto
- Prórroga ilegal en el cargo
- Declaraciones contrarias al fallo final
- Divulgación de la información
- Sanción por incumplimiento de deberes en el ejercicio de funciones institucionales

El Código de Ética Profesional, aprobado en la XI Asamblea Nacional Ordinaria de Representantes de la Sociedad de Ingenieros de Bolivia realizada en la ciudad de Cochabamba del 26 al 27 de octubre de 2012, es de estricto cumplimiento.

Para más información visita:

www.sib.org.bo



Uso de Drones (RPAs) con Sistemas PPK para el Diseño y Mantenimiento de Líneas de Alta Tensión.

Ing. Nelson Aguilar Sejas – R.N.I 18.904

Es Ingeniero Eléctrico de la Universidad de San Simón

RESUMEN

Las líneas de alta tensión son una parte fundamental de la infraestructura eléctrica, permitiendo la transmisión eficiente de grandes cantidades de energía eléctrica a través de largas distancias. Para diseñar, planificar y mantener estas líneas con éxito, es esencial contar con datos topográficos precisos y detallados del terreno en el que se encuentran. En este contexto, la combinación de drones y sistemas de posicionamiento y navegación PPK (Post-Processed Kinematics, por sus siglas en inglés) ha revolucionado la forma en que abordamos estas tareas, no solo en la fase de diseño, sino también en el mantenimiento de líneas de alta tensión.

INTRODUCCIÓN

Métodos Tradicionales de Relevamiento Topográfico.

Actualmente el relevamiento topográfico se realiza en gran medida mediante técnicas tradicionales que incluían estaciones totales, y equipos GPS estáticos (PPK) o en tiempo real (RTK). Estos métodos tienen algunas limitaciones como ser:

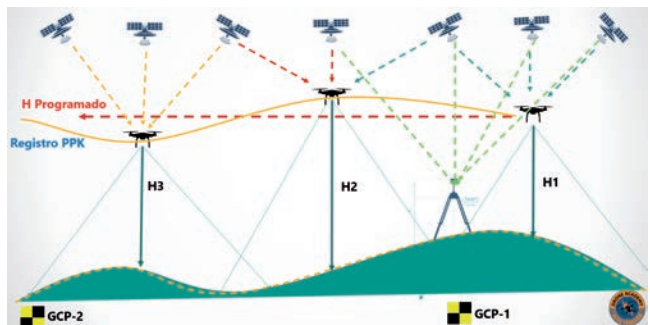
Limitaciones de acceso: Las técnicas tradicionales son laboriosas y requieren el acceso físico a todas las áreas del terreno, lo que a menudo es problemático en entornos remotos o peligrosos.

Tiempo y costo: El proceso de levantamiento topográfico tradicional es lento y costoso debido a la necesidad de una mayor cantidad de personal y recursos para el trabajo de campo.

1. La Evolución de los Sistemas PPK y su Integración con Drones (RPAs).

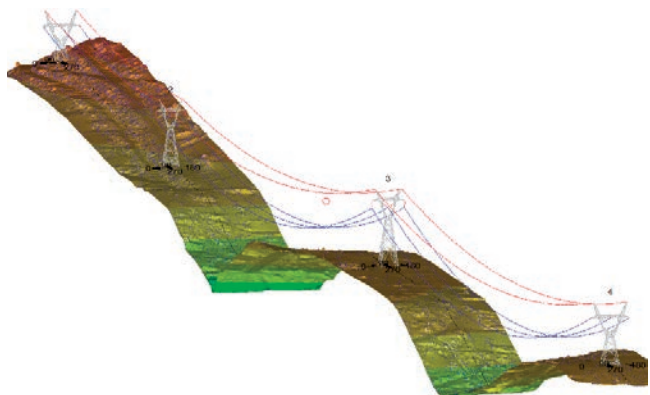
La integración de sistemas PPK con RPAs (Remotely Piloted Aircraft System) comúnmente llamados drones, ha abierto un mundo de posibilidades en términos de mapeo mediante técnicas Fotogramétricas y Lidar de terrenos para el diseño y mantenimiento de líneas de alta tensión.

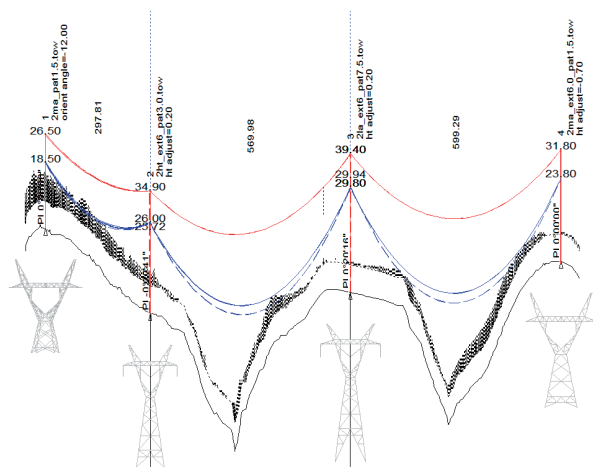
El procesamiento PPK (Post-Processed Kinematics) utiliza una estación base GNSS de referencia con posición conocida de alta precisión, que registra datos satelitales simultáneamente al vuelo del RPAs que también cuenta con un módulo GNSS-PPK.



Posteriormente se comparan las señales GNSS de la estación base con las del RPAs y se calculan las correcciones diferenciales para corregir errores sistemáticos en las posiciones de las fotografías o nube de puntos tomadas por el RPAs, finalmente con esta información se generan modelos 3D digitales del terreno como ser: curvas de nivel, ortofotos de alta resolución, modelos digitales de elevación y de terreno (DEM y DTM), densidad de la vegetación, cuerpos de agua y estructuras existentes.

Estos modelos digitales del terreno son fundamentales en las etapas de diseño asistidos de líneas de transmisión mediante software, siendo el más usado el PLSCADD de Power Line Systems, que permite optimizar la ruta de la instalación al disponer de información de fajas amplias y detalladas del terreno, optimizando así el uso de estructuras y conductor y por ende un ahorro importante en recursos.

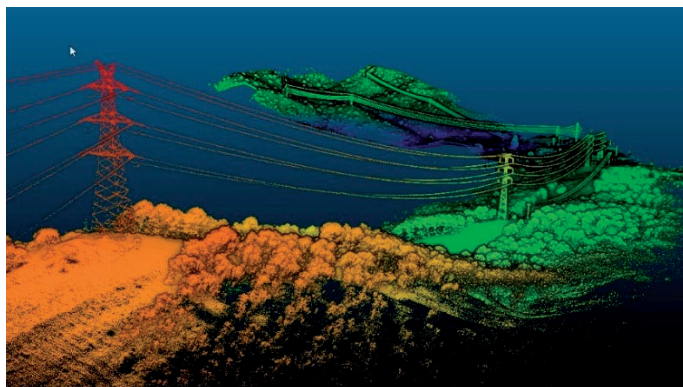




En el caso del mantenimiento preventivo es posible zonificar y cuantificación áreas de corte de vegetación, análisis de distancias de seguridad, identificación de áreas de riesgo geológico, erosión de suelos y ríos y atención de emergencias lo que también permite una reducción en costos de mantenimiento y tiempo de atención de emergencias.

Un sistema PPK típico consta de los siguientes componentes:

- **Dron:** Se utiliza un dron o RPAs equipado con GPS, IMU (Inertial Measurement Unit) Brújula y capacidad de realizar vuelos autónomos compatible con software para fotogrametría o seguimiento de rutas como ser DJI Pilot, Pix4D, Drone Deploy, UGCS y otros.
- **Sensor Pasivo (Cámara Fotográfica):** Se instala una cámara de alta resolución y con parametros ópticos conocidos en el dron para capturar imágenes del terreno durante el vuelo.
- **Sensor Activo (LIDAR - Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Rangi)):** Es un sistema de medición y detección de objetos a través del láser. Es una tecnología de escaneo y teledetección que utiliza la emisión de un pulso de láser para calcular superficies y mapear espacios en tres dimensiones (3D).



- **Módulo GNSS-PPK:** Este módulo contiene una antena y un receptor GNSS de doble frecuencia (L1 y L2), Esto permite la obtención de coordenadas (x, y, z) con precisión centimétrica.

Actualmente drones como el DJI Mavic 2 y 3 serie Enterprise RTK y Phantom 4 RTK vienen equipados de fábrica con un módulo GNSS-PPK, no obstante, su coste es de aproximadamente 8.500 USD.

Así también, en el mercado ya existen módulos GNSS-PPK externos que permiten convertir drones de consumo en drones topográficos a un coste menor, un ejemplo son los módulos EAGLE y RHINO de la empresa DRONE ACADEMY (empresa boliviana) así como el KIT PPK de la empresa METTATEC (empresa peruana) con un costo del módulo que no supera los 1300 USD.



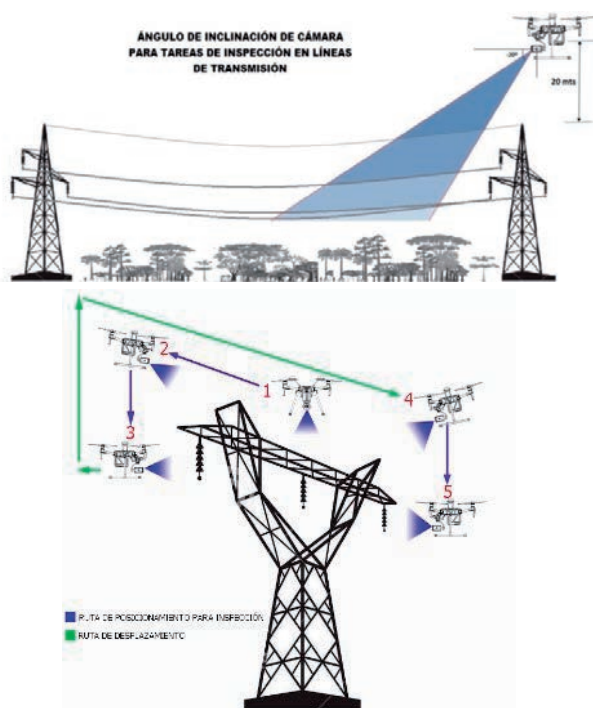
- **Software de Análisis y procesamiento de los datos:** Para el procesamiento de datos recopilados se requiere el uso software especializados como ser: Agisoft Metashape, Pix4D, Emlid Estudio, RTK Lib, RedTollBox y otros.

2. Ventajas del uso de drones y sistemas PPK en el diseño y mantenimiento de líneas de alta tensión:

- **Mapeo Rápido y Eficiente:** Los drones pueden cubrir grandes áreas de terreno de manera rápida y eficiente, lo que acelera el proceso de relevamiento topográfico

tanto en la fase de diseño como en la de mantenimiento. Esto reduce significativamente los costos operativos pudiendo realizar mapeos > a 300 ha de terreno por día con una resolución de hasta 3cm/pixel con presiones en X y Y de +/- 3 cm y en Z de +/-5 cm.

- **Acceso a Terrenos Remotos y Peligrosos:** Los drones pueden acceder a áreas remotas, montañosas o peligrosas que serían difíciles o peligrosas de alcanzar para los equipos de campo. Esto es especialmente importante durante el mantenimiento, cuando se deben inspeccionar líneas en áreas geográficamente desafiantes.
- **Seguridad del Personal:** La eliminación o reducción de la necesidad de que el personal humano trabaje en entornos peligrosos o en alturas extremas disminuye significativamente el riesgo de accidentes y garantiza la seguridad de los trabajadores.
- **Mantenimiento Predictivo:** La combinación de drones y sistemas PPK permite un seguimiento continuo de la salud de las líneas de alta tensión. Esto facilita la identificación de posibles problemas antes de que se conviertan en fallas críticas, lo que a su vez reduce el tiempo de indisponibilidad y los costos de operación y mantenimiento.



- **Optimización de Recursos:** La eficiencia mejorada en la recopilación de datos permite una mejor asignación de recursos humanos y financieros en proyectos de diseño y mantenimiento de líneas eléctricas. El costo de un levantamiento topográfico convencional por hectárea oscila entre 1000 a 1500 USD en comparación

a levantamiento PPK aéreos que esta entre 200 y 300 USD.

3. Desventajas del uso de drones y sistemas PPK:

Aunque el uso de drones con sistemas PPK para el diseño y mantenimiento de líneas de alta tensión ofrece numerosas ventajas, también conlleva algunas desventajas y desafíos que deben considerarse:

- **Complejidad Tecnológica:** La operación de drones, sistemas PPK así como de los softwares de análisis de datos requiere una capacitación técnico especializado y la sistemas pueden ser complejos y costosos.
- **Limitaciones Climáticas y Vegetación:** Las condiciones climáticas adversas, como fuertes vientos, lluvias intensas o niebla densa, pueden limitar la capacidad de vuelo de los drones y afectar la precisión de los datos recopilados.
- **La zona densamente vegetada** no permite la detección confiable con sensores pasivo (cámara del DRONE), en tales casos se requiere la utilización de sensores activos como es el LIDAR de mayor costo.
- **Normativas y Regulaciones:** La operación de drones está sujeta a regulaciones y restricciones gubernamentales. Cumplir con estas regulaciones, obtener los permisos adecuados y garantizar la seguridad de las operaciones puede ser un desafío.

CONCLUSIONES

El uso de drones con sistemas PPK esta revolucionado la forma en que abordamos el diseño y mantenimiento de líneas de alta tensión. Esta combinación ofrece una serie de ventajas clave, desde la eficiencia en tiempo y horas hombre durante la recopilación de datos hasta la mejora en la seguridad del personal y la capacidad de realizar un mantenimiento predictivo y correctivos en menor tiempo. La tecnología no solo mejora la planificación inicial de las líneas de alta tensión, sino que también contribuye significativamente a la confiabilidad y la eficiencia en la operación continua de la red eléctrica, actualmente empresas del medio como Ende Transmisión S.A. han incorporado RPAs a sus planes de mantenimiento con mucho éxito.

En un mundo cada vez más impulsado por la tecnología, la sinergia entre drones y sistemas PPK está impulsando la ingeniería de infraestructuras eléctricas, proyectos civiles (carreteras, minería, forestal, etc.) hacia un futuro más eficiente, seguro y sostenible, asegurando así un suministro de energía eléctrica confiable para las comunidades en todo el mundo.

PLASTIFORTE REALIZÓ LAS JORNADAS INTERNACIONALES INNOVACIÓN PARA PROYECTOS HÍDRICOS.

El 19 y 20 de octubre Plastiforte fue anfitrión de las Jornadas Internacionales “Innovación para Proyectos Hídricos”, el evento se realizó en el Hotel Casa Grande de la ciudad de La Paz, contó con exposiciones de los especialistas de la empresa y de aliados nacionales e internacionales que presentaron innovadoras tecnologías y soluciones para proyectos de agua; más de 200 profesionales fueron capacitados durante el evento.



En las jornadas tuvimos exposiciones de algunos de los proveedores internacionales de Plastiforte, entre la presentaciones podemos destacar la participación de Ritmo, Valvotubi, Plastitalia (Italia) y Quilton (España) presentando nuevas tendencias que están marcando los proyectos hídricos a nivel mundial, también los expertos de Plastiforte pudieron compartir su experiencia en diferentes proyectos, empresas e instituciones aliadas y empresas referentes, como Misicuni, Fundación Aguatuya, AF Control o Consultora Estrategia Climática también pudieron exponer sobre sus experiencias y se tocaron temas coyunturales y como el cambio climático está afectando en la crisis hídrica a nivel mundial.

Las Jornadas Internacionales son parte del trabajo de la Academia Plastiforte, un espacio que se brinda para el intercambio de conocimiento con el objetivo de conocer mejor las tecnologías y soluciones que podemos tener para la realización de proyectos hídricos, en este caso el evento se realizó de manera presencial pero fue grabado y está disponible en la plataforma online <https://cursos.plastiforte.com>, donde también están disponibles otros cursos, webinars y capacitaciones técnicas que son facilitadas por los expertos de Plastiforte y de nuestros aliados internacionales.

El registro en la Plataforma de Academia Plastiforte es sencillo, solo se necesita contar con una cuenta de correo electrónico, misma a la que se te contactará para brindarte una contraseña y una vez que se tiene creado y se hizo "Log In" se puede acceder a todos los cursos que se han subido hasta la fecha. Para ingresar a la Academia Plastiforte no se realiza ningún pago, solo se debe acceder al link: <https://cursos.plastiforte.com>



TRANSFORMADORES

SECOS (Dry Type)

TRANSFORMADORES

DE DISTRIBUCIÓN - Trifásicos

TRANSFORMADORES

DE DISTRIBUCIÓN - Monofásicos

TRANSFORMADORES

DE DISTRIBUCIÓN - Tipo Pedestal



TECMARQUES
EQUIPOS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

30 AÑOS
de excelencia

EFICIENCIA Y SEGURIDAD EN CADA HERRAMIENTA

Tecmarques es una empresa con más de 30 años de experiencia, líder en la producción de herramientas y equipos para el mantenimiento y construcción de redes eléctricas.

Síto web: www.tecmarques.es



REPRESENTANTE PARA BOLIVIA:

DICOM SRL



E-mail: ventas@dicom-srl.com



Cel. : +591 76206921



www.dicom-srl.com

MONOPOL[®]
INDUSTRIAL

**Escanea
EL CÓDIGO QR
Y ACCEDE A NUESTRA PÁGINA WEB**



industrial.pinturasmonopol.com 



📞 **Santa Cruz:** 78188901 | 78188142
📞 **La Paz:** 78888308 | 78982995
📞 **Cochabamba:** 77909807
📞 **Nacional:** 78888587

Línea Gratuita:
800 10 1400

Síguenos en:  

Academia Plastiforte[®]

Cursos, Seminarios, Webinars y Capacitaciones
modalidad presencial y online en nuestra
plataforma **cursos.plastiforte.com**



www.plastiforte.com



+591 788 77 000

