

# REVISTA TÉCNICA

## DE LA CONSTRUCCIÓN

VERSION ARQ. HUGO GONZALO VILLAFANI BUSTAMANTE



PH. HUGO HEYMANN



REPRESA PAMPAS DE  
PADILLA CHUQUISACA

FACULTAD TÉCNICA  
CONSTRUCCIÓN CIVIL

UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y  
PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO  
XAVIER DE CHUQUISACA

**4 SIGLOS**  
de Ciencia e Innovación

Nº 22

- ARTÍCULOS TÉCNICOS Y ACADÉMICOS
- PRECIOS DE MATERIALES
- PRECIOS MANO DE OBRA
- PRECIOS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS
- PRECIOS UNITARIOS
- GUIA DE PROVEEDORES

**COSTO  
25 Bs**

SUCRE - BOLIVIA  
NOVIEMBRE - 2024



## VISIÓN Y MISIÓN DE LA CARRERA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

### MISIÓN

Formar profesionales de reconocida calidad, científica, tecnológica y altos valores éticos, con actualidad y competencia, capaces de utilizar eficientemente los recursos humanos, los suelos y materiales de la región y del país para contribuir con creatividad a la solución de problemas de la Construcción Civil, con pertinencia y responsabilidad social.

### VISIÓN

Lograr amplio reconocimiento regional y nacional, por su calidad en los procesos de enseñanza-aprendizaje, investigación e interacción social, participando con protagonismo y liderazgo, científico, tecnológico y ético, en el desarrollo departamental nacional, y aportando con profesionales altamente capacitados en la construcción de obras Civiles, orientados a la solución de problemas urbanos y rurales, que contribuyan al desarrollo integral de la nación y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

### STAFF

#### **DIRECTOR DE LAS CARRERAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL, TOPOGRAFÍA Y GEODESIA.**

Lic. Juan Anze Llanos

#### **DIRECTOR DE LA REVISTA TÉCNICA**

Ing. Julio Edgar Castro Azurduy

#### **COMISIÓN EDITORIAL**

Ing. Alfredo Zelada Estrada  
Ing. Ricardo Gonzales Laguna  
Ing. Juan Pablo Beller Delgadillo

#### **DOCENTE INVESTIGADOR**

Ing. Juan Pablo Diaz Vargas

#### **COLABORADORES**

Univ. Sandagorda Cailloma Jose Luis  
Univ. Duran Lara Rodrigo  
Univ. Vedia Cardozo Yesica  
Univ. Vargas Otrillas Rosmery  
Univ. Saavedra Yevara Idelson

#### **EDICIÓN REDACCIÓN Y PUBLICACIÓN:**

FACULTAD TÉCNICA, CARRERA CONSTRUCCIÓN CIVIL

#### **CALLE REGIMIENTO CAMPOS ESQUINA RICARDO ANDRADE.**

TELF. 64 – 52381 Y 64 – 21701  
SUCRE – BOLIVIA

Queda prohibida la reproducción parcial o total de la presente revista sin previa autorización por el escrito del director.

REGISTRADA LA PROPIEDAD INTELECTUAL EN EL MINISTERIO DE CULTURA Y TURISMO REPOSITORIO NACIONAL.

Queda hecho el depósito legal N° 3-3-134-17

#### **PUBLICACIÓN SEMESTRAL**

#### **DISEÑO GRÁFICO Y DIAGRAMACIÓN:**

Gustavo R. Moya Torres

#### **IMPRESIÓN:**

#### **IMPRENTA MULTIGRAF**

TELF. 64 – 65078  
Cel.: 73443680 / 74413220  
Calle Aniceto Arce N° 534



## **SUMARIO**

**POSTENSADO DE VIGAS PARA PUENTES CON GRANDES LUCES ..... 14**

ING. JUAN CARLOS VACAFLOR DOMINGUEZ

**LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO Y SU APLICACIÓN ..... 18**

ARQ. JULIO CESAR SALVATIERRA MUNDOCORRE

**DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA PRÁCTICA LABORAL:  
IMPORTANCIA EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE  
LAS CARRERAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL Y TOPOGRAFÍA..... 23**

ING. JUAN PABLO BELLER DELGADILLO

**PATOLOGÍAS DEL HORMIGÓN DERIVADAS DE EXCAVACIONES  
EN ESTRUCTURAS COLINDANTES..... 27**

ING. RONALD FERNANDO GONZALES SOTO

**POZOS AUSTRÍACOS COMO MÉTODO CONSTRUCTIVO DE PILOTES..... 33**

ING. JUAN PABLO DÍAZ VARGAS

**DELIMITACIÓN TERRITORIAL ENTRE LOS MUNICIPIOS DE  
POROMA Y SUCRE DEL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA ..... 38**

LIC. EMILIO SAIGUA SARSUDES

**INNOVACIÓN EN TOPOGRAFÍA; CÓMO LAS NUEVAS TECNO-  
LOGÍAS NOS PERMITEN FORMAR PARTE DE UNA NUEVA CIENCIA ..... 42**

LIC. VÍCTOR JAIME VARGAS CABA

LIC. GIOVANNI GARCIA FLORES





# INDICE

ANÁLISIS DE COSTOS POR ACTIVIDADES ..... 46

LISTA DE PRECIOS DE MATERIALES ..... 54

LISTA DE PRECIOS DE MANO DE OBRA ..... 68

LISTA DE PRECIOS DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS ..... 69

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS..... 68





LIC. JUAN  
ANZE LLANOS

## PRESENTACIÓN

La Dirección de Carrera Construcción Civil, Topografía, Geodesia y Topografía se complace en presentar la **“REVISTA DE LA CONSTRUCCIÓN”** en su **Versión XXII**. Esta publicación es el resultado de las actividades de Extensión del Proceso de Enseñanza – Aprendizaje llevadas a cabo por los estudiantes de la Carrera de Construcción Civil, y tiene como objetivo servir como una referencia técnica y guía profesional para el sector de la construcción.

La revista, como trabajo final, proporciona una visión detallada sobre el uso adecuado de diversos equipos y herramientas en obras de ingeniería. Además, ofrece un análisis del rendimiento de materiales y mano de obra a nivel local, lo que resulta invaluable para los profesionales en la elaboración de precios unitarios y en la gestión de propuestas para obras en ejecución.

Como en ediciones anteriores, esta versión incluye artículos técnicos elaborados por docentes y profesionales del sector, quienes comparten sus experiencias y conocimientos. También se presenta información sobre proveedores y casas comerciales de materiales y equipos de construcción en Sucre, lo que enriquece el contenido y lo convierte en un recurso útil para la comunidad.

Agradecemos al **Ing. Julio Edgar Castro Azurduy**, director de la revista, por su dedicación y aporte a la sociedad y a la comunidad universitaria. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a los docentes, profesionales, estudiantes de **Quinto Semestre** de la Carrera de Construcción Civil, y a las entidades e instituciones que han colaborado con información valiosa.

Finalmente, agradecemos a nuestros lectores por su confianza en nuestra institución.

LIC. JUAN ANZE LLANOS  
DIRECTOR CARRERAS  
CONSTRUCCIÓN CIVIL  
TOPOGRAFÍA Y GEODESIA



ING. JULIO EDGAR  
CASTRO AZURDUY

## PROLOGO

El problema Universitario tiene connotación plural. Es el de una juventud sumida en el escepticismo y el desencanto; de la crisis de convivencia familiar y social de la moderna incomunicación debido a los últimos adelantos tecnológicos imperantes que por su mal uso llegan incluso a la decadencia moral y egoísta. Muchos jóvenes sino la generalidad apenas leen policopiados incluso mal elaborados o panfletos sectarios en síntesis no leen me atrevo a decir nada la falta de lectura es ominosa; los jóvenes llegan a estorbar como consecuencia en sus hogares, perturban con su ansiedad

Para nosotros reiterativamente la difusión de conocimiento – concebida como un todo – tanto dentro de los muros de nuestra Universidad como en su proyección hacia la comunidad, es un proceso dinámico que busca en todo caso, desarrollar mediante el conocimiento del hombre, el fortalecimiento de su conciencia crítica especialmente del Universitario a fin de que pueda contribuir eficazmente a la transformación y progreso de nuestro país particularmente

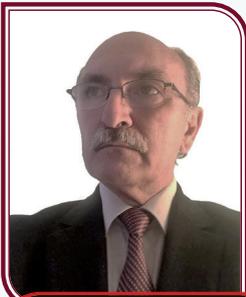
En este entendido la Universidad debe ser archivo dinámico del pasado, testimonio del presente donde se depure y trasmita para el futuro la tradición del saber, a través de la docencia, la investigación y la extensión que son los pilares básicos sobre los cuales se basa la nueva Universidad

En, este campo sometido a los constreñimientos económicos, aún seguimos en la perspectiva de consolidar nuestra revista, que en un inicio el objetivo mantenernos dentro del nivel local, hoy crecemos tanto que los artículos investigativos que presentamos, son de interés académico, científico y administrativo, ya a nivel nacional para lo cual presentan nuestros propios profesionales y alumnos de nuestras carreras sus temas de investigación como los referidos a: delimitaciones territoriales, investigaciones referentes a puentes y pozos gestión y desafíos en la práctica laboral.

En este contexto, creemos estar cambiando, la situación de la ciudadanía que parecía amenazar con disolver finalmente a las Universidades, en torno de cuya noción se estructuraron diversas perspectivas y se definieron muchos de los problemas de investigación del buen vivir humano.

Ing. Julio Edgar Castro Azurduy

**DIRECTOR DE LA REVISTA TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN**



ARQ. HUGO GONZALO  
VILLAFANI BUSTAMANTE

## SEMBLANZA

### Msc. Arq. Hugo Gonzalo Villafani Bustamante

El MSc. Arq. Hugo Gonzalo Villafani Bustamante, nació en Sucre - Bolivia, el 12 de julio de 1955, es Arquitecto por la Universidad Mayor de San Andrés junio de 1984 (La Paz – Bolivia).

Realizo sus estudios de Maestría en Educación Superior en la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier 2000 – 2001 (Sucre – Bolivia).

Actualmente es Docente Titular de tiempo completo, en la Facultad Técnica en las carreras de Construcción Civil y Topografía.

El MSc. Arq. Hugo Gonzalo Villafani Bustamante fue designado por Claustro Universitario en dos oportunidades, director de Carreras de Construcción Civil y Topografía 2015 – 2018 y 2006 – 2010. Su sólida formación le ha llevado a la formulación de las bases curriculares y académicas que dio lugar a la creación de la carrera de GEODESIA Y TOPOGRAFÍA nivel licenciatura 8 de diciembre 2016 .

Ha participado como tribunal examinador en el concurso de méritos y examen de competencia dentro la facultad de Tecnología febrero 1999.

Ha colaborado como miembro de la comisión de Autoevaluación en la carrera de Construcción Civil junio 1999.

Ha participado en el primer seminario técnico bodas de plata de las carreras de construcción civil y topografía, con una carga horaria de 40 horas académicas abril 2010. en el taller procesos de autoevaluación, evaluación externa y acreditación para las carreras técnicas de la Universidad San Francisco Xavier, con una carga horaria de 40 horas abril 2008. seminario procesos de evaluación para el mejoramiento de la calidad educativa impartido por el CEUB noviembre 2007.

En cuanto a la formación de recursos humanos, posee una sólida experiencia docente al haber impartido 4 asignaturas, a nivel Técnico Superior Universitario. Ha titulado a estudiantes pertenecientes a programas dentro de la USFX, todos ellos titulados en tiempo y forma.

Por lo que el merito a su trabajo profesional, docente, autoridad e impulsor de la revista técnica de la construcción, por lo que este numero 22 de la revista se decidió que sea publicada en agradecimiento por todos los años dedicados a la educación de jóvenes profesionales en el área técnica.



Univ. JOSE LUIS  
SANDAGORDA CAILLOMA

## AGRADECIMIENTO

Nuestra prestigiosa casa de estudios Universidad de San Francisco Xavier Chuquisaca que nos viene brindando una educación superior acorde a los tiempos que se viven, fomentando nuestras capacidades y valores, agradecemos por formar profesionales, líderes comprometidos con ética y profesionalismo.

A nuestra Carrera de Construcción Civil, por promover la investigación científica relacionadas con el sector de la construcción a través del conocimiento impartido por nuestros docentes y autoridades académicas que lo hacen posible, con el firme objetivo de formarnos como profesionales con aptitudes, capaces de generar soluciones que aporten en las múltiples áreas de la construcción dentro las necesidades y su desarrollo en el ámbito local, regional y nacional.

Nosotros los estudiantes que conformamos el equipo de colaboración, expresamos nuestro especial agradecimiento al Ing. Julio Edgar Castro Azurduy que, en la calidad y eficaz labor de docente de nuestra Unidad Facultativa, viene desarrollando cada edición y fundamentalmente como impulsor de la elaboración la Revista Técnica de la Construcción.

Así también, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos profesionales y docentes de nuestra carrera que contribuyeron en la elaboración y revisión de los artículos de nuestra revista. Gracias a ustedes es posible publicar hoy, artículos de gran calidad y pertinencia referentes al ámbito de la construcción. Sabemos del tiempo y esfuerzo que invierten en la redacción y las revisiones de los mismos.

En general, nuestro más sincero reconocimiento por la ardua y profesional labor en beneficio de nuestra revista "REVISTA TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN N°22 ", sabiendo de antemano que con su apoyo nos permitirá seguir desarrollando la revista que tiene como fin, ampliar y profundizar conocimientos en el área de la construcción.

Gracias.

LOS ALUMNOS DE LA MATERIA DE ORGANIZACIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRAS  
2/2024 CONSTRUCCIÓN CIVIL

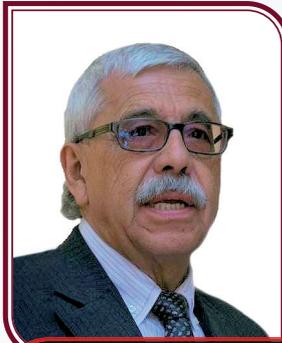




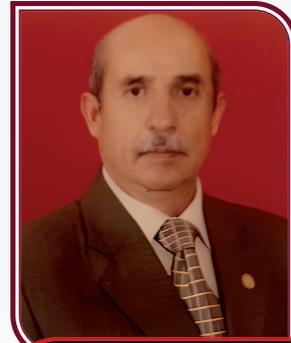
## COMITÉ EDITORIAL



ING. JUAN PABLO  
BELLER DELGADILLO



ING. RICARDO  
GONZALES LAGUNA



ING. ALFREDO  
ZELADA ESTRADA

## AUTORES DE LOS ARTÍCULOS REVISTA TÉCNICA 2-2024



ING. JUAN CARLOS  
VACAFLOR DOMINGUEZ



ARQ. JULIO CESAR  
SALVATIERRA M.



ING. JUAN PABLO  
BELLER DELGADILLO



ING. RONALD FERNANDO  
GONZALES SOTO



ING. JUAN PABLO  
DÍAZ VARGAS



LIC. EMILIO  
SAIGUA SARSUDES



LIC. VÍCTOR JAIME  
VARGAS CABA



LIC. GIOVANNI  
GARCIA FLORES

## DIRECTIVA 2 / 2024



SAAVEDRA YEVARA  
IDELZON



SANDAGORDA  
CAILLOMA JOSE LUIS



VEDIA CARDOZO  
YESICA



VARGAS OTRILLAS  
ROSMERY



DURAN LARA  
RODRIGO



# UNIVERSITARIOS DE LA CARRERA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL



ALACA AMACHUY  
ISMAEL



ARANDO MAMANI  
JUAN CARLOS



AVILA CALDERON  
JULIO CESAR



AYAVIRI GARCIA  
PAOLA ANGELICA



CHIRARI TORRES  
EFRAIN



CHUMACERO GARRADO  
ARIEL



CUELLAR FLORES  
YENNY CAROLA



DURAN LARA  
RODRIGO



DURAN PEREZ  
LAURA NICOL



GONZALES MATURANO  
FERNANDO



HERRERA CASTILLO  
RIDER JUAN



LAYME MAMANI  
AGUSTIN



MAMANI CHOQUE  
MARISOL



MONTAÑO ROYER  
JESUS



NIEVES FLORES  
LIMBER



PANIAGUA NAVIA  
RICHARD



ROMERO BARRON  
JHONNY KEVIN



SAAVEDRA YEVARA  
IDELZON



SALAZAR CESPEDES  
DAVID



SANDAGORDA  
CAILLOMA JOSE LUIS



TOARA VEDIA  
GUSTAVO



TABOADA MAMANI  
JAVIER



VARGAS OTRILLAS  
ROSMERY



VEDIA CARDOZO  
YESICA



VILLALTA SENO  
JUAN RODRIGO



YALE ESQUIVEL  
REYNALDO



YUCRA FERNANDEZ  
MARTIN



## DECANO, DIRECTOR DE CARRERA Y ESTUDIANTES



## DIRECTIVA CONSTRUCCIÓN CIVIL 2 / 2024



# AUTORIDADES, DOCENTES Y UNIVERSITARIOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL





ING. JUAN CARLOS  
VACAFLOR DOMINGUEZ

## POSTENSADO DE VIGAS PARA PUENTES CON GRANDES LUCES

ING. JUAN CARLOS VACAFLOR DOMINGUEZ  
<https://orcid.org/0009-0005-9472-1582>  
Docente de la Facultad Técnica

### Introducción

Desde hace muchos años atrás, se ha estado aplicando esta tecnología en nuestro país, ahora se ve en la ciudad, con la construcción de pasos a desnivel o viaductos, el postensado de vigas para puentes vehiculares es una técnica muy importante en la ingeniería estructural que permite optimizar la resistencia y durabilidad de estas estructuras, especialmente en puentes de gran envergadura. Este proceso consiste en aplicar fuerzas de compresión a las vigas de un puente una vez que estas han sido izadas o colocadas sobre las pilas de apoyo, lo que ayuda a contrarrestar las fuerzas de tracción a las que estarán sometidas durante su vida útil. A lo largo de la historia, el postensado ha evolucionado significativamente, con investigaciones continuas que han mejorado su eficacia y rendimiento, ahora se cuentan con empresas que se dedican a este trabajo del postensado.

### Que es el postensado

El postensado de vigas se basa en el principio que todos conocemos, que el concreto es fuerte a la compresión, pero débil a la tracción. Al aplicar fuerzas de compresión a través de cables de acero tensados, se logra contrarrestar las fuerzas de tracción que se generan en las vigas de un puente debido a las cargas que soportan. Este proceso del postensado no solo aumenta la resistencia de la estructura, sino que también reduce la fisuración y el pandeo, prolongando así la vida útil de un puente vehicular o peatonal.

Como se manifestó, al pasar los años, se han realizado numerosas investigaciones para mejorar las técnicas del postensado de vigas para puentes vehiculares nuevos materiales para los cables de postensado, métodos de

cálculo más precisos, y sistemas de anclaje más eficientes han contribuido a perfeccionar. Estudios sobre esta técnica de Investigación en el campo de la ingeniería estructural han permitido optimizar el diseño de puentes, aumentando su seguridad y durabilidad.



Armadura - vainas obras preparatorias para el postensado de una viga de puente

### Carga máxima que pueden soportar los puentes con vigas postensadas

Es importante que se determine la carga máxima que pueden soportar las vigas

postensadas en puentes vehiculares, se deben considerar varios factores a saber: a) la resistencia del material de las vigas a ser postensadas, b) la distribución de cargas sobre las mismas, c) la carga muerta y la carga viva que actúan sobre la estructura del puente, d) las condiciones ambientales como la presión del viento y posibles sismos.

Además, es crucial seguir las normativas y metodologías de diseño establecidas, como las especificaciones de la AASHTO LRFD, y también lo que especifica la norma del ABC para Bolivia, con el de calcular con precisión las cargas que las vigas postensadas deben soportar. La carga máxima que pueden soportar las vigas en puentes vehiculares se determina mediante un análisis detallado que considera todos estos aspectos para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura.



Colocado de viga sobre estribos – vista de anclajes y cables para postensado

## Qué entendemos por carga viva en el diseño de puentes vehiculares

La carga viva en el diseño de puentes vehiculares se refiere a todas las fuerzas dinámicas que resultan de la presencia y movimiento de vehículos sobre la estructura del puente. Estas cargas vivas incluyen el peso de los vehículos que circularan por el puente, las fuerzas de frenado, aceleración y dirección, así como las vibraciones y movimientos generados por el tráfico vehicular. Es importante considerar estas cargas denominadas vivas en el diseño estructural de puentes para garantizar que la estructura sea capaz de soportar de manera segura y eficiente las condiciones dinámicas a las que estará expuesta durante su vida útil del puente.

El cálculo de la carga viva en el diseño de puentes vehiculares, se consideran diferentes tipos de vehículos, como camiones de carga tipo C3 y camiones articulados. Estos vehículos son fundamentales para determinar las cargas dinámicas que actúan sobre la estructura del puente, ya que su peso y distribución de cargas impactan directamente en la capacidad de carga y resistencia de la infraestructura. Además, se evalúan factores como el peso bruto de los vehículos, los pesos del tándem y del eje delantero, y se utilizan modelos específicos para calcular las cargas vivas vehiculares de manera precisa y segura.

El peso máximo considerado para los vehículos en el cálculo de la carga viva en el diseño de puentes vehiculares es de 45 toneladas, según la ley 441 de control de pesos y dimensiones. Este peso total máximo del vehículo con carga es un factor relevante en la evaluación de las cargas vivas vehiculares que transitan sobre los puentes, ya que influye en la capacidad de carga y resistencia de la estructura para soportar las fuerzas dinámicas generadas por el tráfico vehicular.



Alzado de vigas - vigas emplazadas sobre estribos

### Cuales los materiales más comunes para vigas postensadas en puentes vehiculares

Los materiales más comunes para vigas postensadas en puentes vehiculares están el concreto y el acero de refuerzo. Estos materiales son fundamentales para la construcción de vigas tanto reforzadas como postensadas en puentes vehiculares, ya que proporcionan la resistencia y durabilidad necesarias para soportar las cargas de tráfico. El concreto se utiliza en la estructura principal de las vigas, mientras que el acero de refuerzo se emplea para aumentar su resistencia a la tracción y compresión.

Para seleccionar el material adecuado para las vigas postensadas en puentes vehiculares, es fundamental considerar varios factores clave. Así, por ejemplo: primero, se debe evaluar la

resistencia requerida para soportar las cargas de tráfico y las condiciones ambientales a las que estará expuesto el puente, trabajo que debe ser realizado en un laboratorio y tomando en cuenta los materiales locales. Además, se deben tener en cuenta la durabilidad, la facilidad de mantenimiento y la disponibilidad de los materiales en la región donde se construirá el puente.



Trabajos preparatorios con el colocado del gato hidráulico – operando en el postensado



## Conclusiones

El postensado de vigas para puentes vehiculares es una técnica indispensable en la ingeniería estructural moderna. Gracias a las investigaciones continuas y al desarrollo de nuevas tecnologías, se ha logrado mejorar la eficacia y la durabilidad de las estructuras, garantizando puentes más seguros y resistentes. El uso adecuado del postensado no solo reduce los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo, sino que también contribuye a la sostenibilidad y la seguridad de la infraestructura vial.

En nuestro medio, ya se está aplicando esta tecnología en la construcción de edificios, aplicando el postensado de placas, con grandes luces y evitando el colocado de columnas, así por ejemplo el edificio actual de la empresa ELAPAS, Edificio ubicado sobre la avenida Venezuela, donde está las oficinas de BOA y también en Potosí, se está aplicando en su primera vez, en la construcción de la sede de SIRMES.

## Bibliografía.

- Diseño de un puente Postensado para la comunidad de Siguaní Grande, Municipio la Asunta – Sub Yungas – Ajustado a las Norma AASHTO LRFD – Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Ingeniería – Ingeniería Civil -- Ramiro René Ayaviri Chambi – La Paz – Bolivia – 2023.
- Construcción de puentes vehiculares en vías secundarias ó terciarias – Versión 2 – Departamento Nacional de Planeación Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas - BOGOTÁ, D.C., 2017 © DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN.
- Manual DE Diseño Geométrico ABC, Administradora Boliviana de Carreteras - Capítulo 5 – Ministerio de Obras Públicas y Vivienda – 2007
- Imágenes proporcionadas por los trabajos del Ing. Marcelo Borda Reyes.





ARQ. JULIO CESAR  
SALVATIERRA M.

## LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO Y SU APLICACIÓN

ARQ. JULIO CESAR SALVATIERRA MUNDOCORRE

[ju\\_cesal@yahoo.com](mailto:ju_cesal@yahoo.com).

### RESUMEN

La gestión de valor ganado EVM , (GVG), (Earned Value Management) seguramente sea una de las herramientas más importantes de la dirección de proyectos.

Durante la ejecución de un proyecto es imprescindible realizar el control de costos del mismo, que no es más que llevar un monitoreo sobre los estados de avance del proyecto en relación al trabajo realizado con el fin de mantener el proyecto alineado con sus objetivos, lo que nos permitirá gestionar e influir sobre los cambios de manera oportuna, verificar que los desembolsos no excedan la financiación autorizada, asegurar la utilización del control integrado de cambios para actualizar la línea base de costos, entre otros,

Es aquí donde entra la Gestión del Valor Ganado, esta herramienta nos permite evaluar el estado de avance y desvíos del proyecto en relación a su línea base.

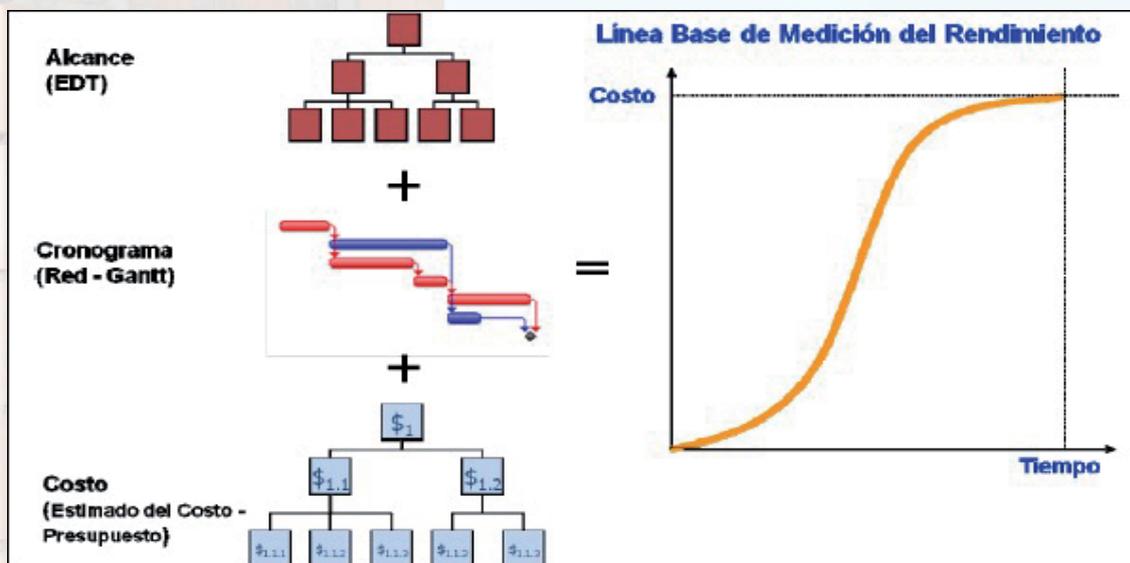
**Palabras clave:** Costos, valor ganado, desempeño.

### 1. INTRODUCCIÓN

Un factor de éxito fundamental en cualquier proyecto es la capacidad de su director para tomar decisiones correctas en el momento oportuno. Lo cual sólo se puede hacer si se cuenta con información clara, confiable y actualizada acerca del progreso del proyecto. Es igualmente importante proporcionar información concisa a los interesados en el proyecto. La GVG proporciona un enfoque para medir el desempeño del proyecto a partir de la comparación de su avance real frente al planeado, permitiendo evaluar tendencias para formular pronósticos.

Para implementar la GVG en un proyecto es necesario definir la Línea Base de Medición del Desempeño (Performance Measurement Baseline, PMB), que integra la descripción del trabajo a realizar (alcance), los plazos para su realización (cronograma) y el cálculo de sus costos y de los recursos requeridos para su ejecución (costo).

Gráfico 1. Integración de la Línea Base de Medición del Rendimiento





## 2. DESARROLLO

### Los elementos básicos

#### Tres valores principales

- Valor Planificado (Planned Value, PV). El valor de la PMB al día de la fecha.
- Valor Ganado (Earned Value, EV). Lo que ya se ha realizado al día de la fecha, valuado con los costos usados para definir la PMB.
- Costo Real (Actual Cost, AC). El costo que ha insumido el trabajo realizado hasta la fecha.

Se pueden expresar en porcentajes, dividiéndolos por el Presupuesto hasta la Conclusión (Budget at Completion, BAC):

- $PV\% = PV / BAC$
- $EV\% = EV / BAC$
- $AC\% = AC / BAC$

#### Variaciones

Variación del Cronograma (Schedule Variance, SV).  $SV = EV - PV$

Variación del Costo (Cost Variance, CV).  $CV = EV - AC$

$$SV\% = SV / PV$$

$$CV\% = CV / EV$$

#### Índices de Rendimiento

- Índice de Rendimiento del Cronograma (Schedule Performance Index, SPI).  $SPI = EV / PV$
- Índice de Rendimiento del Costo (Cost Performance Index, CPI).  $CPI = EV / AC$
- Índice del Rendimiento hasta Concluir (To Complete Performance Index, TCPI).  $TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$ .

#### Pronósticos

- Estimado a la Conclusión (Estimate at Completion, EAC). Es el pronóstico del costo final. Puede calcularse de diferentes formas:
  - $EAC = BAC - SV$ . Los costos futuros no serán los mismos que los considerados

en la PMB debido a que las variaciones del costo fueron atípicas.

- $EAC = BAC / CPI$ . Los costos futuros se calcularán de acuerdo con el índice de eficiencia del rendimiento del costo a la fecha.
- $EAC = BAC / (CPI * SPI)$ . Los costos futuros se calcularán con base a los índices de rendimiento del costo y del cronograma a la fecha.
- $EAC = AC +$  Nuevo estimado para el trabajo remanente.
- Estimado hasta concluir (Estimate to Complete, ETC).  $ETC = EAC - AC$
- Variación a la Conclusión (Variance at Completion, VAC).  $VAC = BAC - EAC$
- $VAC\% = VAC / BAC$
- Índice de Rendimiento del Costo a la Conclusión (Cost Performance Index at Conclusion, CPIAC).  $CPIAC = BAC / EAC$
- Existe un enfoque emergente que toma mediciones basadas en unidades de tiempo en lugar de unidades de costo para calcular el desempeño del cronograma
- Estimado a la Conclusión Basado en Tiempo (Time Estimate at Completion, EACt). Pronostica la duración del proyecto. Se recomienda obtenerla a partir de un análisis de la red del proyecto, aunque también se podría obtener un estimado aproximado de la duración final usando el SPI, en caso de que la tendencia continúe:  $EACt = (BAC / SPI) / (BAC / \text{Duración de la PMB}) = \text{Duración de la PMB} / SPI$
- Variación a la Conclusión Basada en Tiempo (Time Variance at completion, VACT).  $VACT = \text{Duración de la PMB} - EACt$
- $VACT\% = VACT / \text{Duración de la PMB}$
- Índice de Rendimiento del Cronograma a la Conclusión Basado en Tiempo (Time Schedule Performance Index at Conclusion, SPIACt).  $SPIACt = \text{Duración de la PMB} / EACt$

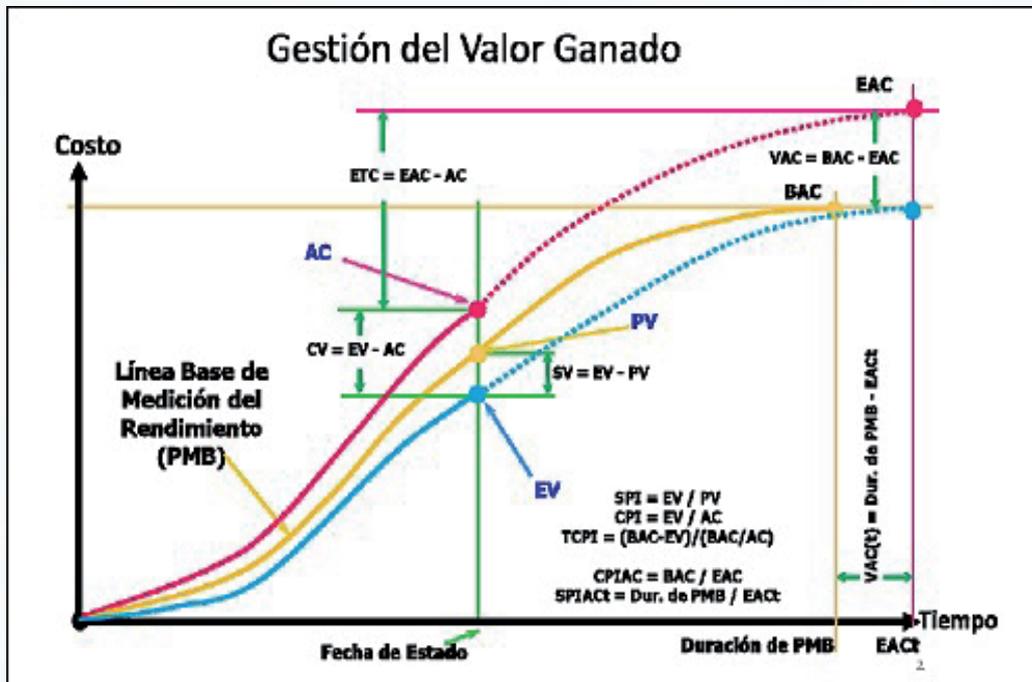


Gráfico 2. Elementos de la GVG

### La GVG en la planificación

La implementación de la GVG supone la integración del alcance, el cronograma y el costo en la planificación del proyecto.

### Alcance

Se recomienda descomponer el trabajo por realizar siguiendo los lineamientos y prácticas para crear una Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) adecuada para el proyecto.

### Cronograma

En términos de cronograma, la GVG puede aplicarse haciendo uso de la información estática de un Diagrama de Gantt, aunque se recomienda ampliamente la confección de un cronograma dinámico que permita observar el impacto de cualquier cambio en el cronograma de modo de poder tomar

oportunamente las medidas correctivas adecuadas.

### Recursos y costos

Para usar la GVG se requiere que cada tarea tenga asignados los recursos necesarios con sus correspondientes tarifas. Si por alguna razón no se requiere tener un control de los recursos, podrían manejarse sólo los estimados de costos de las tareas.

La distribución del presupuesto en el tiempo y las técnicas de medición del valor ganado.

La distribución del presupuesto en el tiempo es la clave para una adecuada implementación de la GVG. Para esta distribución es necesario tomar en cuenta la técnica que se usará para determinar el valor ganado (EV) durante la ejecución del proyecto.

Características de los Entregables	Duración de la tarea	Técnica recomendada para la medición del valor ganado recomendada
Tangibles	1 ó 2 periodos de medición	Fórmula fija
		Hitos ponderados
	Más de 2 periodos de medición	Porcentaje completado
		<ul style="list-style-type: none"> <li>% de duración completada</li> <li>% de trabajo completado</li> <li>% de unidades físicas completadas</li> <li>% físico completado</li> </ul>
Intangibles	Cualquier duración	Esfuerzo proporcional
		Nivel de esfuerzo

Gráfico 3. Técnicas de medición del valor ganado



Como se aprecia en el gráfico anterior, la recomendación de la técnica se basa en las características de los entregables y en la duración de la tarea.

### Fórmula fija

Es una técnica simplificada para evaluar el progreso de las tareas de forma simple y

rápida. Las más comunes son la 0/100 (se acredita el 100% de avance a la terminación) y la 50/50 (se acredita el 50% de avance cuando hay evidencia de inicio, y el otro 50% a la terminación). Se podría usar cualquier otra combinación (30/70, 25/75, etc.).

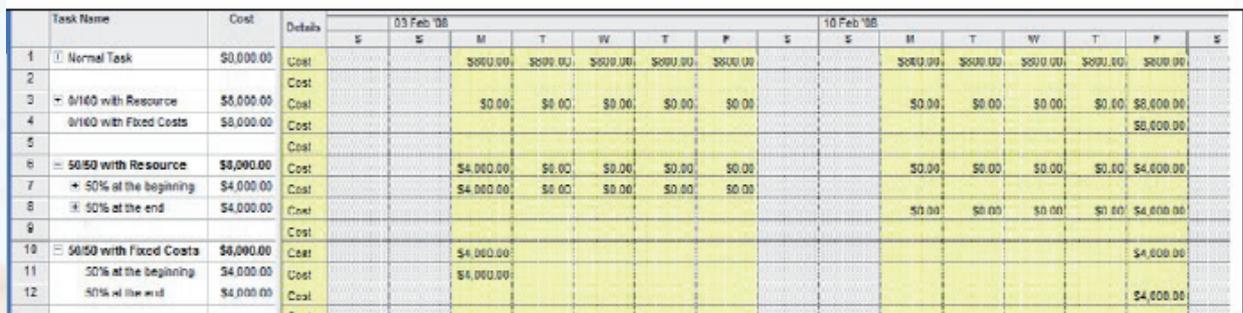
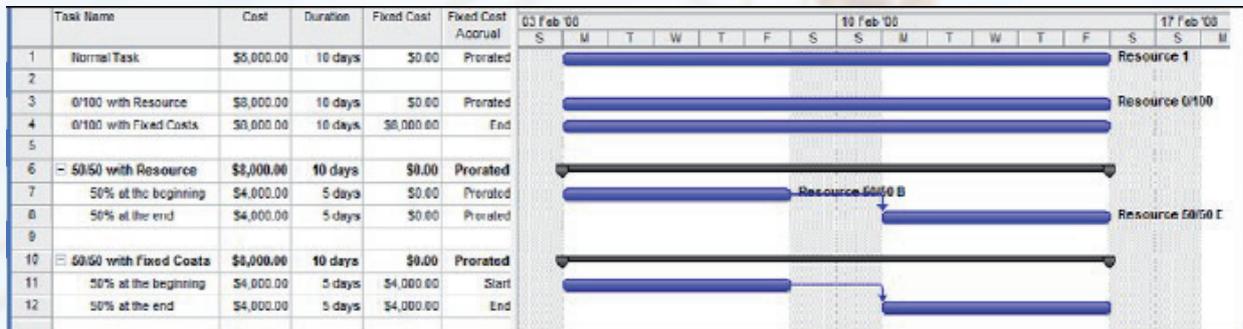


Gráfico 4. Ejemplo de aplicación de fórmulas fijas

### Hitos ponderados

La técnica de hitos ponderados se recomienda para tareas de relativamente larga duración, en las cuáles sería difícil evaluar el avance parcial,

pero en las cuales se pueden establecer hitos intermedios con resultados parciales a los que se asigna un valor ponderado para establecer el avance.

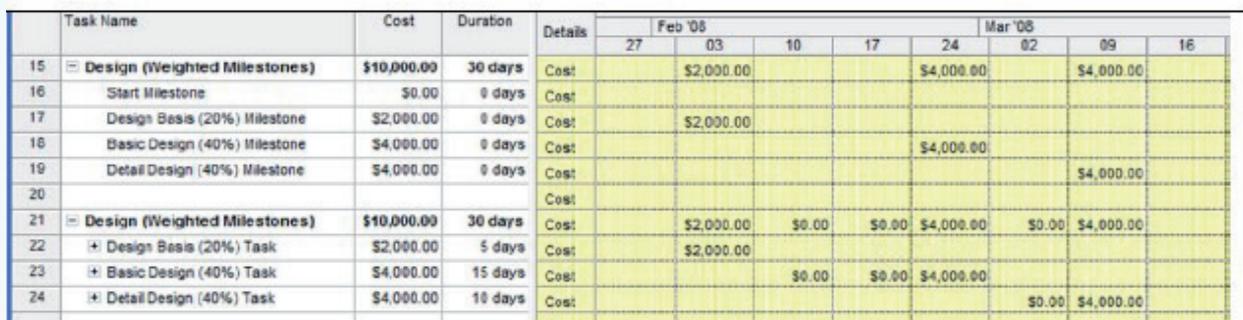
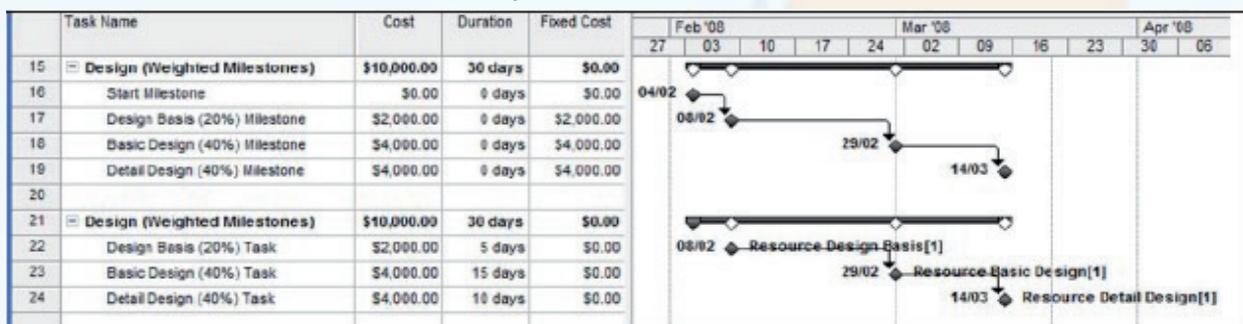


Gráfico 5. Ejemplo de aplicación de la técnica de hitos ponderados



### 3. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

Es la técnica más empleada, en la cual se mide el avance parcial de acuerdo con el porcentaje completado a la fecha. El porcentaje completado puede ser calculado de diferentes maneras, de acuerdo con las características de la tarea y de sus resultados esperados.

$$\% \text{ de Duración completada} = \frac{\text{Duración real a la fecha}}{\text{Duración total}}$$

Se recomienda para tareas que tengan un desempeño lineal (proporcional uniforme) a largo de su duración.

$$\% \text{ de Trabajo completado} = \frac{\text{Trabajo real a la fecha}}{\text{Trabajo total}}$$

Se recomienda para tareas en las cuales el avance parcial sea el mismo que la proporción de las horas reales trabajadas con respecto al trabajo (cantidad de horas) total.

$$\% \text{ de Unidades físicas completadas} = \frac{\text{Unidades físicas reales a la fecha}}{\text{Unidades físicas totales}}$$

Se recomienda para tareas en las cuales el avance parcial se estime a partir de las unidades físicas entregadas con respecto a las totales; por ejemplo, metros cúbicos de concreto colados o toneladas de acero montadas.

$$\% \text{ Físico completado} = \frac{\text{Evaluación del avance físico a la fecha de corte}}{\text{Evaluación del avance físico total}}$$

Se recomienda para tareas en las cuales el avance parcial se evalúe por el volumen físico alcanzado y en las cuales no se pueda aplicar ninguna de las tres técnicas anteriores.

### 4. CONCLUSIONES

El análisis del valor ganado es una herramienta muy valiosa para monitorear y

controlar proyectos, así como un sistema de alerta temprana para variaciones de costos y cronogramas.

Sin embargo, muchos gerentes de proyecto se desaniman por las muchas cifras y fórmulas clave. Un buen software de gestión de proyectos determina automáticamente todas las cifras clave y, por lo tanto, le brinda una valiosa visión general del estado de su proyecto en cualquier momento, así como pronósticos significativos para el desarrollo posterior de sus proyectos.

### 5. REFERENCIAS

Ambriz, R. (2008) Dynamic Scheduling with Microsoft® Office Project 2007. The Book By and For Professionals. USA: J. Ross Publishing. Njbiz 16 (25), 34.

Originally published as a part of 2008 PMI Global Congress Proceedings – Sao Paulo, Brazil

Project Management Institute (2000) A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK®). Newtown Square, PA: Project Management Institute.

Project Management Institute (2002) Practice Standard for Earned Value Management. Newtown Square, PA: Project Management Institute.

This material has been reproduced with the permission of the copyright owner. Unauthorized reproduction of this material is strictly prohibited. For permission to reproduce this material, please contact PMI or any listed author.

© 2008, Rodolfo Ambriz, PMP, MCITP.



ING. JUAN PABLO  
BELLER DELGADILLO

## DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA PRÁCTICA LABORAL: IMPORTANCIA EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LAS CARRERAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL Y TOPOGRAFÍA

ING. JUAN PABLO BELLER DELGADILLO <https://orcid.org/0009-0002-4368-4644>  
Docente. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.  
Sucre. Bolivia. [beller.juan@usfx.bo](mailto:beller.juan@usfx.bo)

### RESUMEN

La práctica laboral constituye un componente esencial en la formación de los estudiantes de las carreras de Construcción Civil y Topografía, facilitando la transición de la teoría académica a la experiencia profesional. Este artículo explora la relevancia y los desafíos de las prácticas laborales en estos campos, analizando cómo estas experiencias prácticas contribuyen al desarrollo profesional de los estudiantes. Existe una diferencia entre la teoría aprendida en el aula y su aplicación en el entorno laboral, destacando la necesidad de una integración más efectiva de la teoría y la práctica en los programas de estudios.

A pesar de los desafíos, las prácticas laborales ofrecen beneficios significativos, como el desarrollo de habilidades, la preparación para enfrentar las demandas del mercado laboral. El artículo concluye con recomendaciones para optimizar los programas de práctica, incluyendo una mayor colaboración entre instituciones académicas y empresas, la estandarización de la calidad de las experiencias prácticas y la incorporación de nuevas tecnologías.

En este contexto, la práctica laboral se convierte en un puente esencial entre la formación académica y el mundo profesional. Permite a los estudiantes enfrentar los desafíos reales, desarrollar habilidades prácticas y evaluar sus capacidades y conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas.

No obstante, la implementación de prácticas laborales efectivas enfrenta varios desafíos. La calidad y relevancia de estas experiencias pueden variar según la institución, empresa o el proyecto asignado, y los estudiantes pueden encontrar dificultades al tratar de aplicar la teoría en situaciones prácticas.

**Palabras clave:** Práctica laboral, formación técnica, estudiantes.

### 1. INTRODUCCIÓN

El Estado Plurinacional de Bolivia carece de una legislación específica que regule de manera formal la práctica laboral o las pasantías laborales en su territorio, a diferencia de otros países como Argentina (Ley N°26.427), Chile (Ley N°25165) y Perú (Ley N°28518), entre otros (FAUTAPO, 2023).

Algunas empresas consideran las prácticas laborales como una fuente de mano de obra de bajo costo, o incluso gratuita, incumpliendo obligaciones como la designación de un supervisor encargado de orientar, asistir y retroalimentar el conocimiento del estudiante (FAUTAPO, 2023).

En el mundo actual, las carreras técnicas como Construcción Civil y Topografía están en constante evolución debido a los avances tecnológicos y a las crecientes demandas del mercado. La Facultad Técnica y las carreras de Construcción Civil y Topografía consciente de la necesidad de preparar a sus estudiantes para estos desafíos, está incorporando la práctica laboral en la malla curricular como un componente crucial en sus programas académicos. La práctica laboral no es simplemente una formalidad educativa, sino una experiencia vital que conecta la teoría con la realidad.

La Práctica Laboral se desarrollará en una institución pública, privada o en proyectos en ejecución, donde el estudiante interactúa en un escenario concreto de trabajo aplicando y generando conocimientos, capacidades y habilidades. Este proceso será desarrollado a través de una coordinación articulada, coordinada y planificada (Ministerio de Educación, 2023).



## 2. DESARROLLO

### 2.1. Introducción a la Práctica Laboral

La práctica laboral en las carreras de Construcción Civil y Topografía se ha convertido en un componente esencial para la formación de los estudiantes, brindándoles la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en escenarios reales. Esta experiencia es crucial para conectar el aprendizaje académico con las habilidades requeridas en el entorno profesional.

En el mundo laboral del presente es necesario tener un buen rendimiento laboral, debido a que las empresas exigen profesionales que sean eficientes en desarrollar los distintos procesos necesarios para alcanzar los objetivos. Para tener un buen rendimiento laboral existen varios aspectos, en primer lugar, se encuentra la formación académica, pues es de suma importancia la adquisición de conocimientos obtenidos en la universidad; también otro aspecto es el desarrollo de competencias, tanto técnicas como transversales, y éstas no se desarrollan solamente en la universidad, sino que también son potenciadas y adquiridas, en el contexto de las prácticas (Ferreyra, 2007).

### 2.2. Experiencia de la Práctica Laboral en la Carrera de Construcción Civil

La práctica laboral en Construcción Civil ofrece a los estudiantes una inmersión directa en los procesos constructivos que van más allá de los conceptos teóricos aprendidos en el aula. Durante estas prácticas, los estudiantes participan en actividades clave que abarcan desde la planificación hasta la ejecución y supervisión de proyectos.

**Participación en Proyectos Reales:** Durante la práctica, los estudiantes de Construcción Civil estarán en proyectos en diversas fases, la planificación, la ejecución y finalización de la obra. Esta participación activa les permite comprender los procesos involucrados en la construcción de manera práctica. Los estudiantes trabajan en la interpretación de planos, la coordinación con diferentes equipos y la ejecución del proyecto.

### Aplicación de Herramientas y Técnicas Constructivas:

El uso de herramientas y técnicas específicas es fundamental en la Construcción Civil. Esta experiencia práctica les ayuda a familiarizarse con los equipos y técnicas utilizados en el sector, lo cual es crucial para su futura carrera profesional.

**Gestión de Proyectos y Recursos:** Una parte importante de la práctica laboral en Construcción Civil es la gestión de proyectos y recursos. Los estudiantes tienen la oportunidad de involucrarse en la planificación de proyectos, la estimación de costos y la gestión de recursos. Aprenden a coordinar actividades y a garantizar el cumplimiento de plazos y presupuestos, habilidades que son esenciales para un futuro profesional.

**Comparación con la Teoría:** A menudo, los estudiantes se encuentran con una brecha entre los conceptos teóricos aprendidos y su aplicación práctica. Mientras que la teoría puede proporcionar una base sólida en principios constructivos, la práctica revela la complejidad y las variables del entorno real, como las condiciones de cada proyecto, las limitaciones de presupuesto y las de un proyecto.

### 2.3. Experiencia de la Práctica Laboral en la Carrera de Topografía

La práctica en Topografía está más centrada en la precisión técnica y el uso de equipos especializados. Los estudiantes se enfocan en la recolección y análisis de datos, y su experiencia suele estar más orientada hacia el trabajo en campo y el manejo de tecnologías avanzadas.

- **Uso de Equipos:** En la práctica laboral en Topografía, los estudiantes practican en manejar equipos especializados como estaciones totales, GPS y drones. La experiencia incluye la operación de estos dispositivos, así como la recolección de datos precisos en el terreno.
- **Procesamiento y Análisis de Datos Topográficos:** Una vez que se ha recolectado los datos, los estudiantes deben procesarlos y analizarlos para generar informes. Esta parte de la práctica





incluye el uso de software especializado para la interpretación de datos y la elaboración de planos topográficos. La habilidad para presentar estos informes de manera clara y precisa es fundamental para la comunicación efectiva con otros profesionales del sector.

- **Adaptación a Condiciones del Terreno:**

La práctica en el terreno presenta desafíos únicos que los estudiantes deben aprender a manejar. Esto incluye adaptarse a condiciones climáticas variables, terrenos difíciles y obstáculos imprevistos.

#### 2.4. Beneficios de la Práctica Laboral para los Estudiantes

- **Desarrollo de Habilidades Técnicas:** La práctica laboral permite a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas que son fundamentales para su éxito profesional. En Construcción Civil, incluye la capacidad de realizar el seguimiento a proyectos y conocer el proceso constructivo, mientras que en Topografía, se centra en el uso de tecnologías avanzadas y la precisión en la recolección de datos, y la posibilidad de adquirir nuevas habilidades técnicas.
- **Experiencia en el Entorno Laboral:** Tener la oportunidad de estar en un entorno real proporciona a los estudiantes una comprensión más profunda de las dinámicas del mercado laboral. Esta experiencia les ayuda a adaptarse a la cultura laboral, a establecer relaciones profesionales y a desarrollar una ética de trabajo sólida.

#### 2.3. Beneficios y Desafíos en Ambas Carreras

- **Beneficios:** Para ambos campos, la práctica laboral ofrece una comprensión más profunda de las responsabilidades diarias y de las habilidades necesarias. Los estudiantes desarrollan una visión integral del flujo de trabajo, establecen contactos profesionales y ganan confianza en sus capacidades técnicas. Además, enfrentan y resuelven problemas reales, lo que fortalece su capacidad para manejar situaciones similares en el futuro.

- **Desafíos:** Un desafío común en ambas disciplinas es la variabilidad en la calidad y la relevancia de las prácticas ofrecidas por las empresas. Algunos estudiantes pueden encontrar que las tareas asignadas no corresponden a sus expectativas de aprendizaje o que el entorno laboral no refleja adecuadamente el nivel de profesionalismo esperado.

#### 4. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

Matos & Pérez (2012) manifiestan que los avances de la ciencia, la tecnología y el desarrollo social, como procesos que están estrechamente relacionados, imponen a las diferentes instituciones la formación de un estudiante capaz de insertarse en la práctica con una preparación que le permita estar al alcance de dichos procesos.

Estas tendencias de enseñanza dependen de su fin; el estudio de casos tiene como finalidad la adquisición del aprendizajes mediante el análisis de casos reales o simulados. En consecuencia, la relación entre teoría y práctica, como forma de enseñanza, se da en un entorno que relaciona la universidad y la empresa en un mismo contexto real; el estudio de casos como método, es un análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real, con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo. Díaz (2005)

A pesar de los beneficios evidentes, las prácticas laborales no están exentas de desafíos. Los estudiantes pueden enfrentar dificultades al integrar sus conocimientos teóricos con la práctica diaria, y la calidad de la experiencia puede variar significativamente según la empresa o el proyecto en el que se involucren. Algunos estudiantes pueden sentirse desmotivados si no reciben el apoyo necesario o si las tareas asignadas no están alineadas con sus expectativas y formación.

Además, las prácticas laborales son una oportunidad crucial para que los estudiantes desarrollen habilidades, las cuales son esenciales en el entorno profesional. Sin embargo, la falta de preparación para estas competencias puede limitar la efectividad de la experiencia práctica. Es necesario que las instituciones académicas y las empresas





colaboren para asegurar que las prácticas laborales ofrezcan experiencias significativas y formativas.

La práctica laboral en los campos de Construcción Civil y Topografía desempeña un papel fundamental en la formación de los estudiantes, actuando como un puente entre la teoría académica y la realidad profesional. Esta experiencia ofrece una valiosa oportunidad para aplicar los conocimientos adquiridos en el aula en contextos reales, permitiendo a los estudiantes enfrentar desafíos prácticos y desarrollar habilidades esenciales para su futura carrera.

El impacto de las tecnologías avanzadas en ambos campos es notable, aunque su aplicación varía. En Construcción Civil, la tecnología mejora la eficiencia en la ejecución de proyectos y en la gestión de recursos. Por otro lado, en Topografía, la tecnología es fundamental para garantizar la precisión en la recolección y análisis de datos geoespaciales, lo que afecta directamente la calidad del trabajo y la toma de decisiones. La incorporación de nuevas tecnologías y métodos en los programas de práctica puede enriquecer la experiencia de los estudiantes y prepararlos mejor para los desafíos futuros en sus respectivas áreas.

## 5. CONCLUSIONES

En los últimos años, las prácticas laborales profesionales han adquirido cada vez mayor relevancia dentro del desarrollo académico y de especialidad Técnica, éstas generalmente se realizan en los últimos años de la carrera, y permite poner en práctica los conocimientos adquiridos, conocer el campo de trabajo y recibir experiencia laboral.

La práctica laboral en las carreras de Construcción Civil y Topografía es esencial

para la formación integral de los estudiantes, proporcionando una experiencia que trasciende los límites del aula y los prepara para enfrentar el mundo profesional. Este componente práctico no solo facilita la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica, sino que también expone a los estudiantes a la realidad dinámica y multifacética.

Es importante concientizar al estudiante sobre el verdadero espíritu académico de las prácticas laborales, exponiendo las bondades que darán para su futura inclusión en el mercado laboral, logrando el compromiso de ellos al momento de la realización de dichas prácticas.

Por tanto, considero que es importante incluir en el Plan Curricular de las carreras de Construcción Civil y Topografía la nueva asignatura de Práctica Laboral en el quinto semestre.

## 6. REFERENCIAS

Díaz, M. (2005). **Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientadas para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior.**

FAUTAPO (2023). **Guía de aplicación para prácticas laborales.** La Paz, Bolivia.

Ferreyra, M. G. (2007). **Determinantes del desempeño universitario: efectos heterogéneos en un modelo censurado.** Argentina: (Tesis de Maestría en Economía, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Matos, E. & Pérez. (2012). **Qué entender por formación laboral con perfil identitario.**

Ministerio de Educación (2023). **Guía para la modalidad de graduación práctica laboral comunitaria.** La Paz, Bolivia.



ING. RONALD FERNANDO  
GONZALES SOTO

## PATOLOGÍAS DEL HORMIGÓN DERIVADAS DE EXCAVACIONES EN ESTRUCTURAS COLINDANTES

ING. RONALD FERNANDO GONZALES SOTO  
<https://orcid.org/0009-0009-6694-5043>  
Docente UNIPOL. Sucre. Bolivia.  
[ronaldocenteuniv@gmail.com](mailto:ronaldocenteuniv@gmail.com).

### RESUMEN

Las patologías del hormigón causadas por excavaciones en estructuras colindantes son resultado de alteraciones en la estabilidad del terreno que afectan la estructura adyacente. Entre los principales daños se encuentran fisuras, grietas, desprendimientos de recubrimientos y deformaciones en el concreto. Estos problemas suelen originarse por movimientos del suelo, vibraciones, variaciones en el nivel freático o una incorrecta planificación de las excavaciones. La falta de medidas de protección o refuerzo, como pantallas de contención o estabilización del terreno, agrava el riesgo de daño estructural. Además, las vibraciones producidas por maquinaria pesada pueden generar fisuras superficiales y profundas, afectando la durabilidad del hormigón. La prevención de estas patologías requiere una adecuada evaluación geotécnica y estructural, así como una correcta planificación de las obras.

**Palabras clave:** Patologías, excavaciones, hormigones, fisuras y grietas.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las patologías del hormigón derivadas de excavaciones en estructuras colindantes son una problemática frecuente en entornos urbanos, donde las obras de construcción suelen realizarse cerca de edificios ya existentes. Estas patologías se manifiestan en forma de grietas, fisuras, desprendimientos y deformaciones en el concreto, afectando la integridad estructural de las edificaciones

adyacentes. Las causas principales de estos daños están relacionadas con la alteración del suelo y las vibraciones generadas por la maquinaria utilizada en las excavaciones.

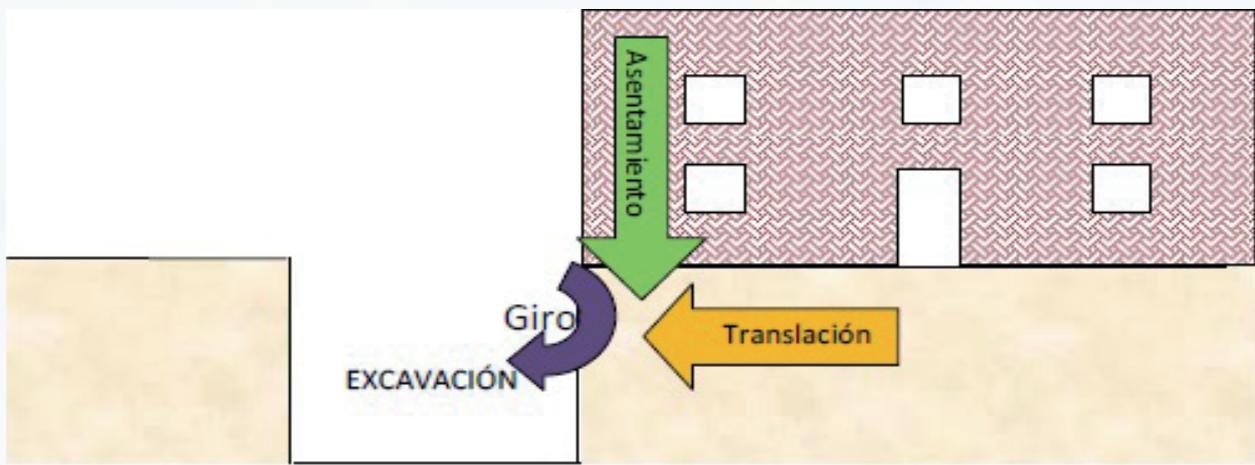
El movimiento del terreno, los cambios en el nivel freático y la falta de medidas de protección adecuadas agravan la situación, incrementando el riesgo de que el hormigón sufra daños irreparables. Por ello, es crucial que, antes de iniciar cualquier obra, se realicen estudios geotécnicos y estructurales que permitan una planificación adecuada y la implementación de sistemas de contención o refuerzo para minimizar el impacto en las estructuras vecinas.

La correcta gestión de estos riesgos no solo es clave para la durabilidad del hormigón, sino también para la seguridad de las edificaciones y de quienes habitan o trabajan en ellas.

### 2. DESARROLLO

#### 2.1. Excavaciones en estructuras colindantes

En un mundo en desarrollo como el nuestro, la sociedad tiene la necesidad de contar con nuevas estructuras, pero cada vez los espacios son más reducidos, obligando a construir en lugares cada vez más cercanos a otras viviendas; si las metodologías no son las adecuadas, se producen graves problemas como los agrietamientos o colapsos de la vivienda colindantes. En la figura 1, se puede apreciar cómo afectan las excavaciones a las construcciones, mostrando los tipos de fuerzas aplicadas (translación, giro y asentamiento).



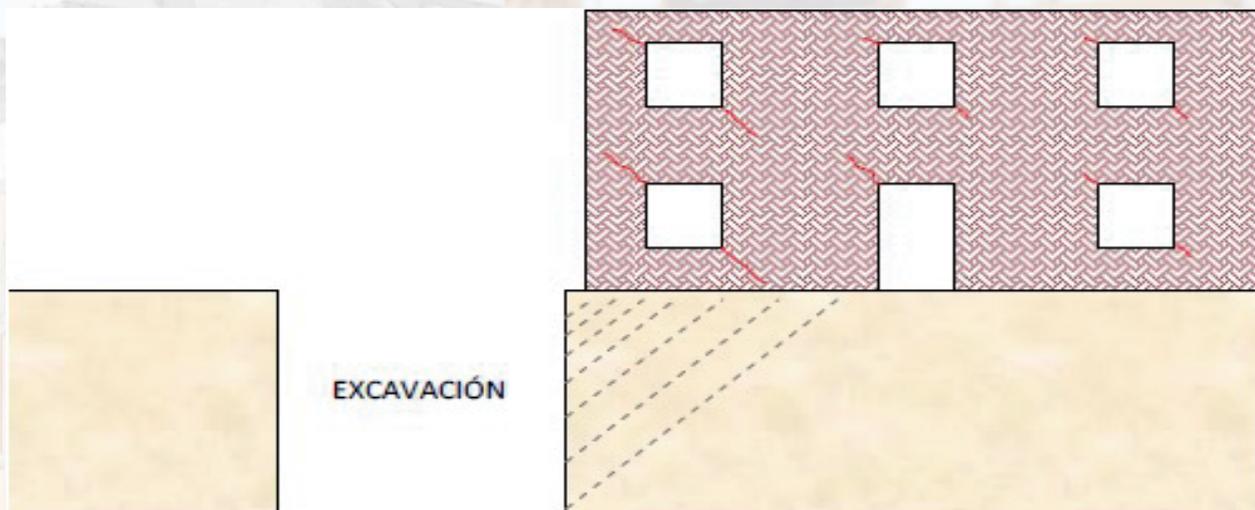
**Figura 1.** Fuerzas ocasionadas en el suelo debido a una excavación

Fuente: Viviescas, J. C. 2020. Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos

Existen varios estudios sobre los daños en estructuras debido a excavaciones vecinas; los estudios por medio de modelaciones físicas y matemáticas lograron demostrar que, la concentración de esfuerzos que se da en los vanos de puertas y ventanas provocan la aparición de grietas en las construcciones; además debido al desconfinamiento dado en el suelo, se descubrió que hay mayores

asentamientos que traslaciones en la estructura, siendo la componente vertical la más representativa a la hora de la provocación de daños, (Son & Cording, 2015).

En la figura 2, se podrá entender mejor cómo se agrietan las viviendas, y cuáles son aquellas superficies de falla que inciden en el movimiento de la estructura.



**Figura 2:** Agrietamientos y zonas de falla del corte

Fuente: Viviescas, J. C. 2020. Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos

Las zonas de falla de corte dependen de varios factores: uno de ellos es la magnitud del corte, debido a que, si es mucho más profundo que la cimentación de la estructura vecina, los problemas son más probables; otro es el tipo de consistencia baja el desconfinamiento puede ser mayor; por último, es la presencia de alguna superficie de falla antigua debido a depósitos orgánicos, que al momento

del corte se desate un movimiento a través de ella. En los cortes se pueden presentar caídos y desprendimientos de roca, cuando son cimentaciones en superficies rocosas, obligando a tomar otro tipo de medidas.

## 2.2. Patologías en hormigones

Las patologías en los hormigones se manifiestan por defectos que comprometen

su durabilidad y resistencia, frecuentemente atribuibles a errores en la dosificación de los materiales, técnicas de ejecución inadecuadas o condiciones ambientales adversas. Entre las más comunes se encuentran la fisuración, carbonatación, eflorescencias, ataque de sulfatos y corrosión de armaduras (Fernández-Ordoñez y otros, 2021).

La exposición prolongada a ambientes agresivos, como zonas costeras o industriales, acelera estos procesos, generando deterioro prematuro de las estructuras, también por desconfinamiento de talud. La prevención requiere un control riguroso en la calidad de los materiales y una ejecución cuidadosa durante su construcción (García & López, 2021).

La aparición de grietas y fisuras se da en cualquier elemento estructural debido a muchos factores, como movimientos inesperados del tipo asentamientos, expansiones, movimientos laterales debido al

desconfinamiento de taludes o a sismos; pero también se deben a propiedades intrínsecas de los materiales que son alteradas debido a sobrecargas o vibraciones ocasionadas por cambios en el tráfico de la zona o trabajos con maquinaria vibratoria en lugares vecinos. Además, la aparición de grietas y fisuras afecta el desempeño o función de la edificación, dado a que hay pérdida de impermeabilidad y desarrolla corrosión, descomposición y deterioro progresivo. Las fisuras son aquellas que se asemejan al cabello humano y su abertura es menor o igual a 5 mm; las grietas son las que exceden esta medida, y exigen un mayor tratamiento para arreglarlas.

### 2.3. Caso de estudio

Para el presente caso de estudio se tomará el suscitado el año 2022 en la ciudad de Sucre, en la zona de Yurac Yurac, donde se produjo una serie de eventos provocados por excavaciones colindantes a una vivienda particular de la zona.



**Figura 3:** Colapso de la estructura mientras trabaja el equipo pesado

Fuente: propia

En el terreno colindante a la vivienda se realizó movimiento de tierra para la construcción de un edificio, con el uso de maquinaria pesada, el cual ha debilitado el talud y ocasionado el desconfinamiento de la vivienda; dicho

efecto ha producido un debilitamiento del suelo de fundación, dejando la vivienda sin apoyo y provocando translaciones, giros y asentamientos como se puede ver en la figura 4.



**Figura 4.** Desconfinamiento, ocasionando diferentes esfuerzos

Fuente: propia

### 3. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

Debido al movimiento de tierra ocasionada por la maquinaria pesada al momento de realizar excavaciones, debilitaron el talud ocasionando los movimientos verticales del suelo, los cuales se distinguen por dos componentes: el asentamiento y la expansión. Los movimientos verticales en varios puntos son muy comunes, y se deben básicamente

a la reacción del suelo a las cargas impuestas por la estructura.

Al presentarse un asentamiento diferencial bastante grande, ha ocasionado el colapso de los cimientos, muros, columnas, escaleras y también la aparición de grietas y fisuras en los diferentes elementos estructurales y no estructurales.



**Figura 5.** Colapso de la parte colindante de la vivienda

Fuente: propia

Según la velocidad de movimiento, que es un factor importante para la categorización de los daños, **ésta ocasiona** fisuras o grietas y debido a la dimensión del espesor en el corto, mediano o largo plazo, determina la categoría de los daños, según la abertura de la grieta

o fisura, como se observa en la vivienda afectada, donde se produce un derrumbe y éste al realizar un giro ocasiona la aparición de grietas en la separación de las estructuras del vecino colindante como se observa en la fotografía.



**Figura 6.** Derrumbe y aparición de grietas.

Fotografía donde muestra las grietas de separación entre estructuras

Fuente: propia

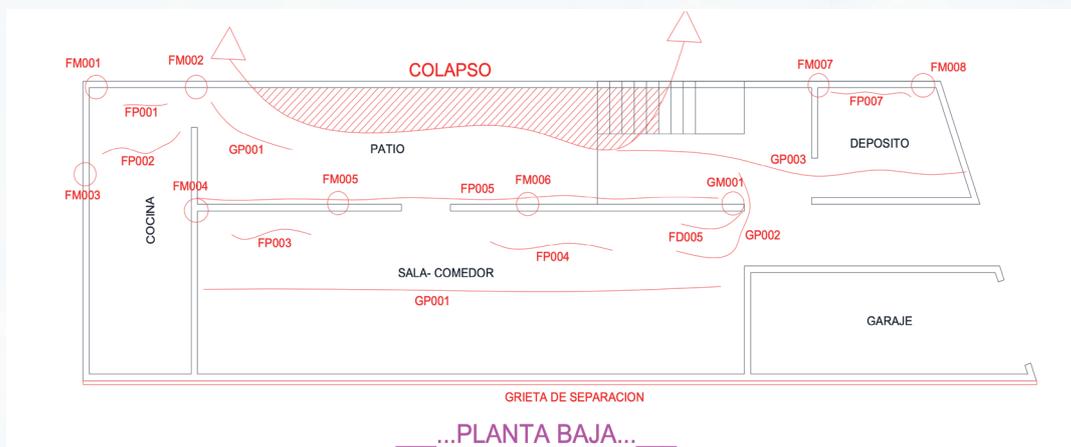
Otro factor importante para determinar el riesgo ocasionado por la aparición de fisuras y grietas en las construcciones, es el porcentaje de elementos estructurales que estén afectados. En el caso de construcciones aporticadas, como es el caso de esta vivienda, se debe hacer un análisis de cada uno de los elementos estructurales, como vigas y columnas, para dimensionar qué tan afectados se encuentran.

Para el análisis, se procedió a la toma de fotografías de las discontinuidades con algún

objeto de referencia y como escala, (en nuestro caso se utilizó una plantilla milimétrica de precisión), se procede a ubicar en el plano o esquema los daños de la siguiente forma:



Se han elaborado planos detallando dónde se encuentran las fisuras y grietas como se muestra a continuación:



**Figura 7.** Plano de fisuras y grietas planta baja

Fuente: propia

De acuerdo al análisis del deslizamiento ocasionado por trabajos de construcción en el colindante de la vivienda, se tiene un debilitamiento del talud y por ende el colapso de los cimientos y parte del patio, también el colapso de las escaleras y columna.

El estudio de fisuras y grietas ha mostrado que se tiene un daño moderado de la estructura de la vivienda. Si se procede con los cuidados respectivos, se puede realizar la rehabilitación de la misma.

La evaluación y el monitoreo continuo son esenciales para detectar problemas a tiempo. Antes de iniciar las excavaciones, se debe llevar a cabo una evaluación detallada del estado de las estructuras colindantes. Durante el proceso, es importante monitorear cualquier cambio que pueda indicar problemas emergentes. Una detección temprana permite tomar medidas correctivas antes de que se produzcan daños significativos.

#### 4. CONCLUSIONES

Las excavaciones cerca de estructuras existentes pueden tener un impacto significativo en la estabilidad de las mismas. Al alterar el suelo circundante, se puede provocar asentamientos y cambios en la distribución de las fuerzas, lo que podría comprometer la integridad de la estructura original. Estos problemas son especialmente críticos en estructuras de hormigón, que pueden experimentar grietas y fisuras como resultado de estos cambios. Las deformaciones y asentamientos diferenciales

son comunes en tales situaciones y pueden manifestarse como fisuras o agrietamientos en el hormigón. Para mitigar estos problemas, es fundamental implementar medidas preventivas durante las excavaciones, tales como reforzar los cimientos existentes, instalar muros de contención, y utilizar técnicas de estabilización del suelo. Estas medidas ayudan a mantener la estabilidad estructural y a evitar daños graves.

Encasodequesedetectenpatologías,se deben llevar a cabo reparaciones adecuadas para restaurar la integridad del hormigón. Además, el mantenimiento preventivo y correctivo es crucial para asegurar la durabilidad y la funcionalidad de las estructuras afectadas. Con una planificación y ejecución cuidadosas, los riesgos asociados con excavaciones cerca de estructuras existentes pueden ser gestionados de manera efectiva.

#### 5. REFERENCIAS

- Fernández-Ordoñez, D., García, P., & Álvarez, J. (2021). *Durabilidad y reparación de estructuras de hormigón*. Lima: Editorial Técnica.
- García, S., & López, M. (2021). Patologías del hormigón en ambientes marinos. *Revista de Ingeniería Civil*, 45-58.
- Son, M., & Cording, E. (2015). Estimation of building damage due to excavation-induced ground movements. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 162-177.
- Viviescas, J. C. (2020). *Grietas en construcciones ocasionadas por problemas geotécnicos*. Medellín: Universidad EAFIT.



ING. JUAN PABLO  
DÍAZ VARGAS

## POZOS AUSTRÍACOS COMO MÉTODO CONSTRUCTIVO DE PILOTES

Msc. Ing. Juan Pablo Díaz Vargas  
<https://orcid.org/0000-0003-3053-3580>  
Docente Universitario Carreras de Geodesia y Topografía.  
Sucre. Bolivia.  
[diaz.juan@usfx.bo](mailto:diaz.juan@usfx.bo)

### 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de las construcciones se requieren en ciertas ocasiones de cimentaciones profundas para garantizar la estabilidad estructural en proyectos que son emplazados en terrenos con características complejas. Una de las soluciones más eficaces en este aspecto es el pilotaje que a su vez, tratándose del aspecto constructivo para su implementación, podemos destacar los pilotes prefabricados hincados y los pilotes hormigonados in situ (Moreno, 2015)

Entre estos últimos se encuentran los denominados **pozos austríacos**, un método constructivo clásico que debe su nombre al país de origen de dicho método, que se ha consolidado como una opción adaptable y confiable, en proyectos que involucran suelos de baja capacidad portante o donde es necesario transferir grandes cargas a estratos más profundos.

Este método constructivo ha demostrado ser una alternativa eficaz, principalmente, en proyectos urbanos densos o en terrenos donde las técnicas de hincado de pilotes pueden resultar inviables debido al difícil acceso de la maquinaria y a las vibraciones e impacto ambiental que podrían generar tales equipos.

Sin embargo, como toda técnica constructiva, su efectividad depende de una serie de

factores, desde la correcta evaluación geotécnica hasta una ejecución rigurosa en obra. En este artículo, analizaremos los fundamentos de este método, sus ventajas frente a otros tipos de pilotaje, y las circunstancias bajo las cuales los pozos austríacos se presentan como una buena opción para cimentaciones profundas.

### 2. DESARROLLO

#### 2.1. Fundamentos técnicos del método constructivo

Los pozos austríacos se caracterizan por su técnica de perforación y la instalación de anillos de sujeción para estabilizar las paredes del pozo mientras se profundiza. Este método es particularmente efectivo en terrenos con baja capacidad portante o en condiciones urbanas densas donde otras técnicas pueden resultar impracticables, esta **última** condición hace que el método se caracterice por que su profundización se la realizase de forma manual como ve en la Figura N°1.

La capacidad de los pozos austríacos para adaptarse a condiciones adversas es respaldada por diversos proyectos y estudios geotécnicos que muestran su eficacia en diversos tipos de suelos y condiciones de carga. En nuestro país principalmente se han desarrollado mucho proyectos en la ciudad de La Paz (Martínez, 2024).



**Figura N° 1.** Proceso de profundización y sostenimiento por anillos del pozo austríaco

Fuente: Bianciotto, M. 2015. Estudio ergonómico espacio reducido.

## 2.2. Ventajas de la fabricación de pilotes mediante pozos austríacos frente a otras técnicas de pilotaje

Una de las principales ventajas de los pozos austríacos es su alta capacidad para ser implementados en espacios reducidos y de difícil acceso que los convierte en una opción preferida en áreas urbanas densamente pobladas y con topografía accidentada, por otro lado, al no requerir maquinaria pesada que genere vibraciones significativas, los

pozos austríacos minimizan el riesgo de daños en estructuras adyacentes, reducen la contaminación acústica y producen un menor impacto ambiental en comparación con otros métodos constructivos como el de hincado de pilotes. En nuestro medio, existen distintos casos que muestran cómo el método ha sido adaptado para cumplir con los requisitos específicos de cada proyecto, desde la transferencia de grandes cargas hasta la mejora de la estabilidad del terreno (Borda, 2024).



**Figura N° 2.** Proceso de excavación del pozo austríaco

Fuente: Propia.

Comparado con los pilotes prefabricados hincados, los pilotes construidos mediante los pozos austríacos presentan diferencias significativas en su proceso constructivo; mientras que los pilotes hincados pueden ser más rápidos de instalar en condiciones ideales, los pozos austríacos ofrecen una mayor flexibilidad en terrenos complicados. La capacidad de los pozos austríacos para ajustarse a las variaciones del terreno durante la perforación es una ventaja clave sobre los métodos tradicionales, esto en muchos de los

casos puede significar además una ventaja económica importante ya que se ahorran costos de movimiento, uso y mantenimiento de maquinaria y equipo.

Por otro lado, los pilotes hormigonados in situ, aunque similares en algunos aspectos, requieren una evaluación cuidadosa del entorno para evitar problemas de colapso durante la excavación. Los pozos austríacos, al utilizar anillos de sujeción, proporcionan una solución más controlada y segura en suelos inestables.



**Figura N° 3.** Izq arriba) Pozo con anillas concluidas; izq abajo) Colocado de armadura de pilote; Der arriba) Hormigonado de pilote; der abajo) Pilote concluido

Fuente: Propia. Proyecto de Estabilización Kantutani (La Paz)

### 2.3. Consideraciones críticas a ser tomadas en cuenta

Es crucial tener en cuenta que la efectividad de los pozos austríacos para la construcción de un pilotaje proyectado, también depende de una ejecución rigurosa, evaluación o estudios geotécnicos tal que estén establecidas

las exigencias mínimas necesarias para la realización de los diseño de fundaciones y a las excavaciones asociadas, asegurando los niveles de seguridad mínimos que respondan a las condiciones geotécnicas y estructurales específicas de cada proyecto (Ministerio de Obras Públicas, Servicio y Vivienda, 2024).



Constructivamente, se debe tomar en cuenta aspectos sumamente importantes como la presencia de agua subterránea, agua de origen sanitario, materiales de baja calidad o en algunos casos desechos orgánicos e inorgánicos que pueden afectar el rendimiento del método, o más importante

aún la seguridad y salud del personal que interviene. La experiencia en la ejecución, el conocimiento técnico del equipo de trabajo y sobretodo las estrictas medidas de seguridad para trabajos en espacios confinados son fundamentales para garantizar el éxito del proyecto.



**Figura N° 4.** Presencia de material orgánico y agua residual durante la excavación de un pozo

Fuente: Propia.

Además, aunque los pozos austríacos son una opción valiosa, su implementación no está exenta de desafíos. La necesidad de maquinaria especializada en caso de retiro de material, ventilación y el control de calidad de materiales durante la construcción de las anillas de hormigón, así como los aceros de refuerzo y la calidad del hormigón del pilotaje son aspectos que deben ser cuidadosamente gestionados y controlados por la empresa constructora, y la supervisión de obras para evitar problemas futuros.

### 3. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

El valor de los pozos austríacos como una técnica constructiva de excavaciones profundas para pilotaje radica en su capacidad para manejar terrenos difíciles y espacios reducidos, lo que es particularmente valioso en áreas urbanas con alta densidad de construcción. Esta técnica, que privilegia la adaptabilidad y el menor impacto ambiental, refleja un enfoque de construcción menos invasivo, en contraste con métodos más agresivos como el hincado de pilotes. Esta perspectiva subraya la importancia de considerar la sostenibilidad y la eficiencia en

las decisiones de ingeniería civil.

Aunque los pozos austríacos son efectivos en muchas situaciones, su éxito depende en gran medida de factores específicos como las condiciones del suelo, la calidad de la ejecución y la natural variabilidad de los proyectos a ser encarados, que necesariamente deberán coincidir en un punto donde las condiciones económicas también sean las **óptimas**, o que quizás el tiempo de ejecución o mas aun el riesgo sean preponderantes.

### 4. CONCLUSIONES

El análisis realizado resalta que, aunque los pozos austríacos ofrecen numerosas ventajas, su éxito está condicionado a una correcta evaluación geotécnica y a una ejecución meticulosa. Las experiencias y estudios de caso demuestran que, los pozos austríacos como una metodología constructiva de pilotes, pueden superar desafíos significativos y proporcionar una base sólida para proyectos de construcción en condiciones adversas.

A medida que la industria de la construcción continúa evolucionando, es fundamental considerar las implicaciones de los



métodos de cimentación y su impacto en el entorno. Los pozos austríacos ofrecen una perspectiva valiosa sobre cómo adaptar las técnicas tradicionales a las necesidades actuales, promoviendo una construcción más sostenible y eficiente. Esto nos invita a reflexionar sobre las oportunidades que este método puede ofrecer y a profundizar en la evaluación de su aplicación en contextos específicos.

## 5. REFERENCIAS

Borda, M. T. B. (2024, febrero 15). Construyen 120 pilotes para estabilizar las zonas de riesgo de San Antonio. **Agencia Municipal de Noticias**. <https://amun.bo/construyen-120-pilotes-para-estabilizar-las-zonas-de-riesgo-de-san-antonio/>

Martinez, J. M. M. (2024, agosto 21). En Valle de las Flores B se construyen pozos austríacos y

pilotes para mitigar riesgos de deslizamiento. **Agencia Municipal de Noticias**. <https://amun.bo/en-valle-de-las-flores-b-se-construyen-pozos-austriacos-y-pilotes-para-mitigar-riesgos-de-deslizamiento/>

Ministerio de Obras Públicas, Servicio y Vivienda. (2024). **Norma Boliviana de Estudios Geotécnicos**. <https://www.oopp.gob.bo/wp-content/uploads/2024/06/Norma-Boliviana-de-Estudios-Geotecnicos.pdf>

Moreno, A. (2015). **Cimentaciones profundas: Pilotes**. <https://www.riarte.es/bitstream/handle/20.500.12251/534/CERCHA%20127%20FEBRERO%2016.%20pp.%2056-63.%20Fichas%20Fundaci%C3%B3n%20MUSAAT.%20Cimentaciones%20profundas%20C%20pilotes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



LIC. EMILIO  
SAIGUA SARSUDES

## DELIMITACION TERRITORIAL ENTRE LOS MUNICIPIOS DE POROMA Y SUCRE DEL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA

LIC. EMILIO SAIGUA SARSUDES  
Licenciado en Geodesia y Topografía.  
<https://orcid.org/0009-0002-6589-5047>  
Docente Universidad U.S.F.X. Sucre - Bolivia.  
[saigua.emilio@usfx.bo](mailto:saigua.emilio@usfx.bo)

### RESUMEN

EL PRESENTE ARTICULO está orientado a incentivar y promover la consolidación de límites territoriales intradepartamentales, además el impulsar el trabajo coordinado y voluntario en procesos de delimitación territorial interdepartamental, con el propósito de obtener una definición de límites territoriales municipales institucionalizada, que garantice la jurisdicción territorial de las Unidades Territoriales, en el departamento y en el nuevo Estado Plurinacional de Bolivia, con ello coadyuvar al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de los municipios en el departamento de Chuquisaca en cumplimiento del paradigma del "Vivir Bien".

Durante el desarrollo del mismo, se puso de manifiesto la alta informalidad e inseguridad jurisdiccional que está vinculada a la intensa actividad socioeconómica de las unidades territoriales reconocida por el Estado. Esto ha propiciado una serie de conflictos y controversias en la población y las instancias político administrativas de las Unidades Territoriales involucradas. Además de la alta barrera para la solución de los mismos de manera técnica y participativa de la población afronta un riesgo político, administrativo, social económico, cultural, etc. cuando los conflictos de límites territoriales no son tratados oportunamente por la falta de decisiones voluntarias, estrategias, acuerdos y recursos Políticos.

En este sentido, se propone el proceso de definición y consolidación de los límites intradepartamentales de factibilidad y posterior gestión en espacios o instancias nacionales para su aprobación e implementación que

se resumirá en recomendaciones para las futuras delimitaciones territoriales interdepartamentales e intradepartamentales con resultados de calidad, credibilidad confiabilidad de información geoespacial por ser generados en espacios y escenarios participativos e incluyentes.

**Palabras clave:** Límites territoriales. conflicto municipal. mapas.

### 1. INTRODUCCIÓN

Para definir lo que es un límite territorial en este artículo, se hace necesario conocer y dar lugar a los elementos ordenadores determinantes en un territorio establecido, referido a tres aspectos, que son: el territorio, la población y el gobierno departamental y municipal.

**Territorio:** Porción de la superficie terrestre que pertenece o está bajo la jurisdicción de una nación, región, provincia, municipio u otra entidad, y que está sujeta a una autoridad o gobierno oficial. El territorio define los límites dentro de los cuales una entidad tiene el poder de gobernar y administrar

**Población:** Conjunto de personas que habitan un espacio geográfico determinado, ya sea una nación, región, ciudad o cualquier otra área, y que comparten características demográficas, sociales, económicas o culturales. La población puede referirse tanto al número total de habitantes como a las características de estos en términos de edad, género, ocupación, entre otros factores.

**Gobierno:** Conjunto de instituciones, personas y procesos encargados de dirigir, administrar y regular una colectividad política o territorial, como una nación, región, o municipio. El gobierno establece y ejecuta leyes, políticas y decisiones para mantener el





orden, garantizar el bienestar de la población y gestionar los recursos y el territorio que controla. El gobierno y el territorio están íntimamente ligados, ya que el gobierno ejerce su autoridad dentro de un espacio geográfico determinado.

Los tres conceptos se encuentran relacionados y se deduce que, para su delimitación se requiere establecer claramente los límites del territorio gobernado y su eficaz ordenamiento territorial; conocer los intereses de los diferentes actores sociales y garantizar la efectividad del Estado a través de la democratización de la participación ciudadana y de la modernización de las instituciones.

Ante la situación que se presenta para el departamento con respecto a la línea imaginaria, generadora de ambigüedades para la población y la misma administración, se hace necesario discutir y presentar propuestas para una nueva definición de límites a partir de parámetros biofísicos (hitos geográficos como ríos, quebradas, serranías, y/o información técnica, etc.), todos ellos reconocidos por los departamentos que habitan el territorio, para que éstos se conviertan en un referente permanente y cotidiano.

En la nueva estructura de Estado Plurinacional de Bolivia y en el marco de la CPE (Constitución Política del Estado), y a iniciativa del Ministerio de Autonomía se llegó a promulgar la Ley N° 339, de Delimitación de las Unidades Territoriales, que establece los mecanismos para la creación, modificación y delimitación territorial de municipios y departamentos en base a consensos

La referida ley establece dos tipos de procedimiento para la delimitación de las Unidades Territoriales:

**a) Voluntaria**, se resolverá mediante acuerdos a los que llegan los pobladores de las áreas limítrofes en conflicto, previo al procedimiento administrativo. “Esos acuerdos deben ser homologados, demarcados y Georreferenciados técnicamente para la emisión de la Resolución Final y la Ley de Delimitación”.

**b) Delimitación en conflicto:** Situación en la que dos o más territorios disputan los límites de sus fronteras, generando desacuerdos sobre la extensión o demarcación de su jurisdicción. En estos casos, los territorios involucrados presentan sus propuestas de delimitación, que son evaluadas por instancias técnicas competentes.

Estas instancias también promueven procesos de conciliación y diálogo entre las partes, con el fin de resolver el conflicto y llegar a un acuerdo mutuo sobre los límites.

También establece que los gobiernos departamentales tendrán la facultad ejecutiva para aplicar los procedimientos administrativos de creación y modificación de Unidades Territoriales dentro del departamento de su jurisdicción, siempre que estas acciones no comprometan ni alteren los límites interdepartamentales existentes.

Esto significa que los gobiernos departamentales pueden organizar o reestructurar divisiones territoriales internas, pero no pueden modificar las fronteras que separan su departamento de otros, lo cual permanece bajo una autoridad superior.

Este contexto genera el planteamiento de esta Ley, que busca promover soluciones a conflictos de límites departamentales y municipales mediante el trabajo voluntario y el consenso entre las partes interesadas. Esta ley contribuye a garantizar la jurisdicción territorial de los departamentos, facilitando una convivencia armónica y el “vivir bien,” que representa el nuevo paradigma del Estado. Además, el gobierno de turno impulsa y aplica nuevas políticas y normativas para asegurar el cumplimiento de estas soluciones, con el objetivo de resolver los conflictos de manera pacífica y equitativa.

Antes de la promulgación de la Ley 339, estaba vigente la Ley 2150 de Unidades Político-Administrativas (UPAS), la cual no permitía realizar delimitaciones territoriales de forma parcial, sino que obligaba a que cada unidad territorial definiera y revisara sus límites en su totalidad. Esta situación restringía la capacidad de las unidades territoriales para avanzar en la delimitación, ya que la mayoría





enfrentaba conflictos territoriales en varios sectores.

Consideramos necesaria la realización de este artículo científico con el fin de implementar un proceso de revisión y consolidación de los límites territoriales entre los municipios de Chuquisaca. Este proceso aplica la georreferenciación de vértices utilizando equipos geodésicos de alta precisión, conforme a Geomática, la cartografía oficial y apoyado por imágenes satelitales.

Es función del gobierno autónomo del departamento tomar acciones en la delimitación territorial dentro de su jurisdicción en sus municipios del departamento de Chuquisaca, con el fin de garantizar un proceso de planificación para un desarrollo integral y sustentable.

Si bien los límites de los Municipios se encuentran plasmados en diversos mapas, estos nunca fueron plasmados en campo con métodos de mensura directa, de los municipios del Departamento de Chuquisaca, es necesario contar con instrumentos y mapas confiables de delimitación y precisa con datos geodésicos, para efectivización de proyectos de desarrollo municipal en productivos, educacionales, salud y otros que permitan un desarrollo integral; también como Departamento una de sus políticas es garantizar la integridad territorial, precautelar los recursos naturales del departamento para el uso y aprovechamiento racional y equilibrio con la población.

El límite intradepartamental, en el sector correspondiente al límite entre Municipios Poroma y Municipio de Sucre el lindero corresponde arcifinio como es el Río La palca desde su intersección del Río Grande (en el sentido al sur), punto de inicio hasta la serranía de mamahuasi punto final de límite entre municipios, donde se realizará el recorrido de campo para poder verificar el límite Intradepartamental y su georreferenciación de sus.

Fundamentamos el presente procedimiento administrativo de acuerdo con la Constitución Política del Estado en la Tercera Parte – ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN TERRITORIAL

DEL ESTADO, Título I – Organización Territorial del Estado, en su Capítulo Primero – Disposiciones Generales – Artículo 269, la Ley 339 Ley de Delimitaciones Territoriales en su Art. 66 y su D.S 1560, y la Ley 031 del 19 de Julio de 2010 Ley Marco de Autonomías y Descentralización.

## UNIDAD TERRITORIAL

Según la Ley 339 Art. 7 Unidad Territorial es un espacio geográfico delimitado para la organización del territorio del Estado, pudiendo ser Departamento, provincia, municipio o territorio indígena originario Campesino.

## 2. METODOLOGÍA

Las metodologías de trabajo deberán ser liderados por el equipo multidisciplinario e interinstitucional con la participación de los actores sociales e institucionales en ciertas fases del proceso. Esto debe permitir la complementación y actualización de la información secundaria, en particular la relacionada con los aspectos de mojones o medios físicos de delimitación, así como algunos de los aspectos biofísicos tales como cambios en el uso de la tierra o la vegetación.

Por otra parte, de acuerdo con los objetivos de trabajo de campo y a las necesidades de complementación y actualización de la información, se trabajó con material de imágenes satelitales georreferenciadas a escala 1:50.000 de cartografía oficial, así como con los mapas temáticos actuales, de manera que se puedan observar los cambios ocurridos en relación al uso del suelo y la ocupación del territorio.

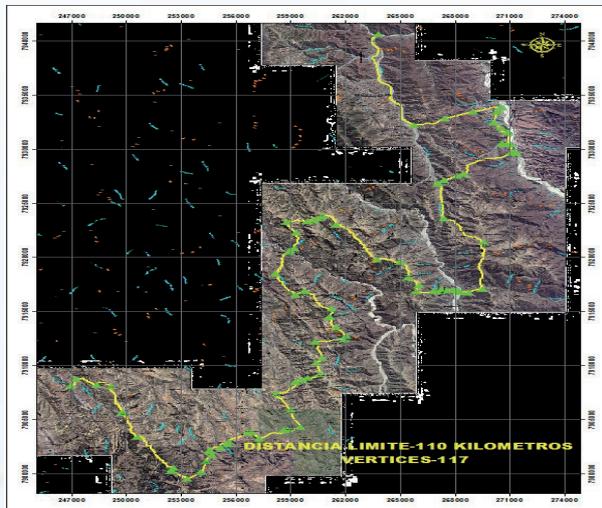
## 3. RESULTADOS

El procesamiento de la información primaria y secundaria permitirá elaborar mapas finales de delimitación territorial entre los Municipios, considerando la siguiente estructura de leyenda y codificación.

Por otra parte, a partir de la información secundaria y primaria procesada, se profundizará en la descripción del territorio Municipal con relación a sus ordenamientos territoriales, generando mapas finales, así como complementando su caracterización

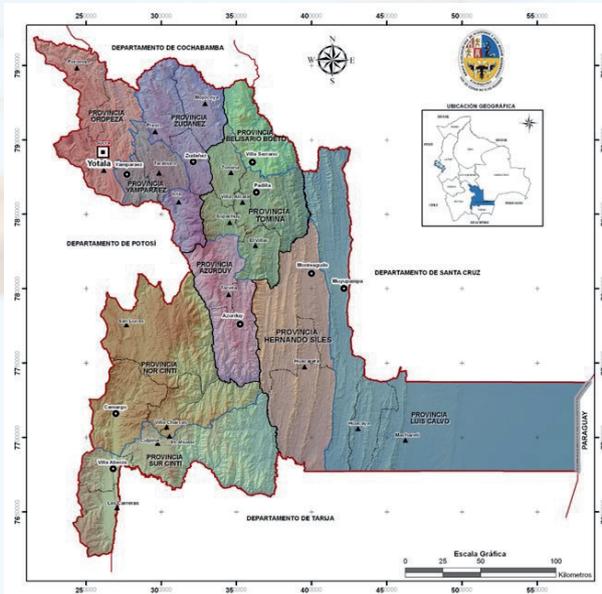


a través de información cualitativa y cuantitativa.



**Figura N° 1.** Ubicación de puntos y línea de limite

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura N° 2.** Ubicación de los municipios de Chuquisaca

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

Para la investigación del artículo mencionado proyecto de delimitación territorial entre los

municipios de Poroma y Sucre es necesario considerar algunos pasos previos, orientados a generar condiciones óptimas, sociales e institucionales, para la iniciar la investigación el proceso de delimitación.

Decisión política de las autoridades involucradas y creación de la Comisión de Seguimiento Municipal, conformación de un equipo multidisciplinario de profesionales geománticos en el tema, para la elaboración del plan de trabajo en coordinación y consenso entre partes interesadas con la difusión y socialización del proceso de delimitación territorial entre los municipios de Poroma y Sucre en los diversos actores y beneficiarios territoriales.

#### 5. CONCLUSIONES

Con la definición de puntos geodésicos precisos se garantiza el proceso de delimitación municipal de manera definitiva entre municipios Poroma - Sucre aplicando imágenes satelitales apoyando en la planificación territorial para la determinación de sus límites finales entre los municipios Poroma y Sucre.

Con la aplicación de cartografía digital se ha logrado obtener datos de nombres de lugares de vértices en su descripción definidos actualizada en tramo de delimitación entre los municipios.

#### 6. REFERENCIAS

CPE. (2009). *Constitución Política del Estado*.  
Gobierno Automo Departamental de Chuquisaca. (2011). *Unidad de Ordenamiento Territorial y Limites*.  
Ley N° 339. (2013). *Ley de Delimitación de Unidades Territoriales*.  
PTDI. (2016-2020). *Plan Territorial de Desarrollo Integral – Chuquisaca*.



LIC. VÍCTOR JAIME  
VARGAS CABA



LIC. GIOVANNI  
GARCÍA FLORES

## INNOVACIÓN EN TOPOGRAFÍA; CÓMO LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS NOS PERMITEN FORMAR PARTE DE UNA NUEVA CIENCIA

LIC. VÍCTOR JAIME VARGAS CABA

Docente. U.M.R.P.S.F.X.CH. Bolivia. Sucre. [vargas.jaime@usfx.bo](mailto:vargas.jaime@usfx.bo)  
<https://orcid.org/0009-0007-2110-6946>

LIC. GIOVANNI GARCIA FLORES

Docente. U.M.R.P.S.F.X.CH. Bolivia. Sucre. [garcia.giovanni@usfx.bo](mailto:garcia.giovanni@usfx.bo)  
<https://orcid.org/0009-0003-3409-9328>

### RESUMEN

La innovación de nuevas tecnologías en la topografía, está generando un revuelo en la elaboración de trabajos topográficos en la obtención de información geoespacial, como en el replanteo de las mismas, en concreto en el caso de los replanteos, los sistemas avanzados de ejecución topográfica han llevado la precisión de la medición a un nivel sin precedentes, permitiendo además replanteos en tiempo record. Los nuevos sistemas permiten una mayor velocidad de trabajo y una precisión cada vez más ajustada, lo que es muy importante en la ejecución de proyectos, el apoyo de nuevas ciencias en la topografía, como la fotogrametría, la cartografía, la geodesia, la teledetección y otros han cambiado el método de trabajo tradicional aún método con topografía moderna originando la creación a una nueva ciencia como es la GEOMÁTICA (término documentado en 1970 en Francia, como el procesamiento automático de los datos Geográficos.), nuevos conceptos que se aplican con el avance tecnológico, en instrumentación moderna para trabajos topográficos, aplicando sistema de posición GPS/GNSS, sistemas LIDAR, escáner láser y otros, equipos que permiten incluso replantear sin prestar mucha atención al aplomado del jalón o incluso a la vegetación del entorno, llegando al orden de más de 1000 puntos de replanteo materializados por jornada y equipo, como se puede indicar la nueva ciencia ha llegado para quedarse por mucho tiempo en ciencias de la medición.

En cuanto al futuro de la topografía, creo que, en breve y debido a que actualmente ya está muy desarrollada la parte de adquisición de datos y el problema que hasta ahora suponía el límite de memoria, tanto de la de

almacenamiento como de la de pensar de los ordenadores, de las próximas tendencias que actualmente podemos barajar yo me quedo con la que más me flipa, la Realidad Aumentada y la Topografía Virtual. Y esta decisión obviando la automatización y la robótica, que ya es un hecho (González, Enero-2024).

**Palabras clave:** Innovación. En Topografía. Cómo Las Nuevas Tecnologías. Nos Permiten Formar. Parte de una nueva Ciencia.

### 1. INTRODUCCIÓN

La topografía, es el arte de medir terrenos, ha evolucionado más en la última década que en los últimos dos siglos, siendo en la actualidad los satélites y los drones, las herramientas de trabajo.

La topografía tradicionalmente ha sido la columna vertebral de los proyectos de construcción, urbanismo, y cartografía, además de servir para un sinnúmero de procesos técnicos que aún sin ser conscientes de ello son de uso habitual en nuestras vidas diarias. Sin embargo, con el auge de la tecnología digital, el campo de la topografía ha experimentado una transformación radical, tanto que hasta los topógrafos más antiguos que iniciaron su andadura con equipos tradicionales o convencionales muy primitivos, en esta nueva era de la revolución tecnológica, necesitamos como mínimo un receptor GPS/GNSS (sistema de posicionamiento global / sistema global navegación por satélite) para no perdernos en esta nueva era.

Los satélites y los drones, así como los nuevos sensores de captación de información, no solo han ampliado nuestro alcance, sino que también han llegado a una precisión de datos que casi cuesta creer. En la actualidad, medir



un terreno no implica únicamente saber cuánto mide y conocer su geometría, sino también comprender sus características a un nivel que podemos denominar, microscópico.

Y aunque todo llegará, la IA (inteligencia artificial) ya ha llegado y se ha convertido en un buen amigo del topógrafo. Desde predecir en base a multitud de variables que afectan al terreno o calcular modificaciones topográficas hasta optimizar rutas, la IA ya está aquí y parece que para quedarse, para ayudar con el trabajo pesado o complicado.

Ya no hace falta que nos imaginemos lo que apenas 15 años atrás era un impensable, controlar un dron para medir un terreno en lugar de sudar bajo el sol con una ET. (Estación Total), e igual que esta tecnología modificó nuestra forma de actuación, estamos convencidos que estas nuevas tecnologías apoyadas por IA podrían cambiar, o más bien ya lo han hecho, nuestro día a día en el trabajo (González, Enero-2024).

## 2. DESARROLLO

En la actualidad el uso de equipos topográficos convencionales y modernos para elaborar diferentes proyectos topográficos, está originando una gran brecha, entre los trabajos tradiciones y los trabajos con equipos modernos de la nueva era.

En el presente siglo XXI, en la última década ha tenido un cambio muy notorios en las técnicas de trabajo y el uso de equipos modernos como son los GPS, GNSS, El NTRIP, los UAV, RPAS, originando en el mundo entero una revolución en el método y técnica de trabajo en la recopilación de la información de datos geo espaciales y la interpretación de la misma.

En la actualidad estas nuevas herramientas de trabajo son utilizados para diferentes cometidos en tiempo record con una precisión asombrosa.

### 2.1 ENTENDER EL TRABAJO ACTUAL EN TOPOGRAFÍA

La topografía ya no es solo medir terrenos, es un arte que se está redefiniendo con cada avance tecnológico, tenemos que seguir adaptándonos para ser más competitivos

y efectivos, aunque creo que esta actual adaptación que estamos viviendo no nos va a costar tanto como sucedió con anteriores cambios, el avance en los últimos años y como la tecnología actualmente es ya parte de nuestra vida diaria en prácticamente cualquier ámbito.

Los desafíos y soluciones en la Topografía moderna implican que aprender a manejar nuevos equipos, ya sean súper ETs que interaccionan directamente con GPS/GNSS, drones, nuevos sensores de captación LiDAR o fotogramétricos, y software avanzado, puede ser tan desafiante. Pero la recompensa, en términos de precisión y eficiencia, vale cada hora invertida en tutoriales, cursos de formación. La adaptación a las nuevas tecnologías es fundamental, y cada vez va a ser más sencilla, aunque si queremos ser los mejores debemos conocerlas desde la academia.

### 2.2 EFICIENCIAS DE TRABAJO MODERNOS CON RESPECTO AL TRABAJO TRADICIONAL O CLÁSICA

Con la topografía clásica, se conocía de los métodos tradicionales y sus terribles limitaciones del área de cobertura y sus posibles zonas inaccesibles. Uno de los instrumentos de medición era el teodolito mecánico, cuyos trabajos no era posible hacerlo en cualquier época del año.

Debido a que la precisión era limitada y los costos relativos eran muy altos por la falta de equipos de precisión, aparecieron nuevos instrumentos como el teodolito electrónico, que facilita las lecturas angulares para la toma de datos y alcanzando mejores precisiones, además de distanciómetro para la medida de distancias de poca extensión.

Posteriormente con el avance de la tecnología en equipos topográficos, apareció la Estación Total, instrumento que permitiera realizar trabajos de forma automatizada, con una memoria colectora de datos y un distanciómetro incorporado en su interior, esto facilita realizar controles a las edificaciones tanto antes como después de construida.

En la actualidad la tecnología de drones está transformando el campo de la Topografía,





como una alternativa para mediciones y procesamientos de datos, para obtener información topográfica, mediante imágenes y aplicando técnicas fotogramétricas, reflejado en levantamientos topográficos con RPAS.

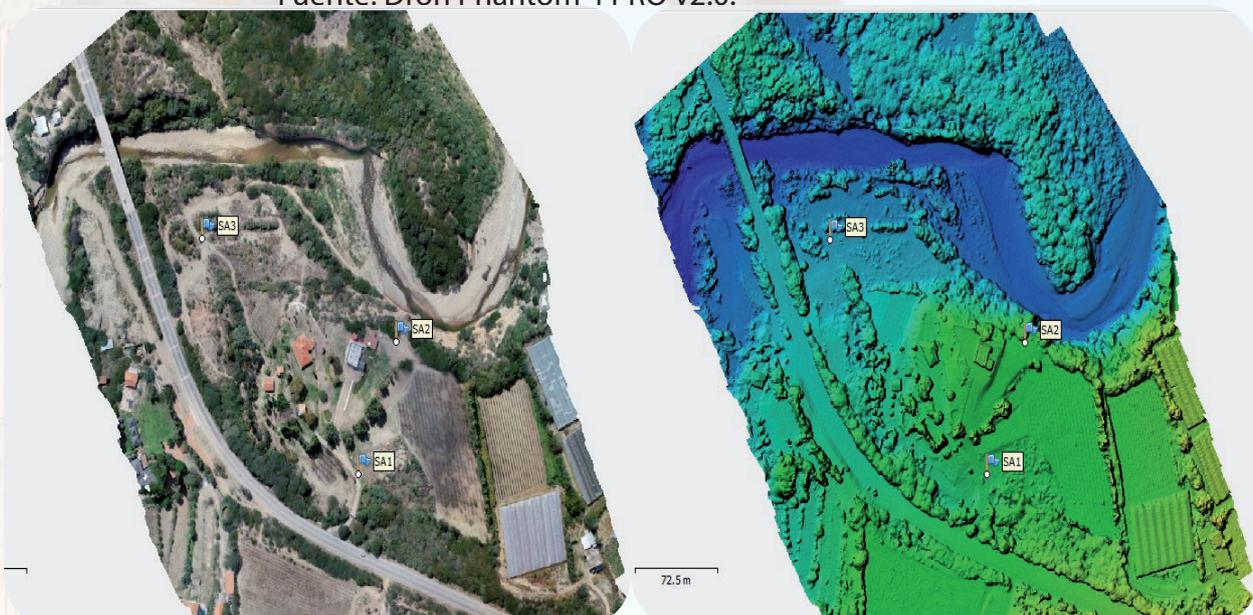
En el plano internacional, se hace uso de aplicaciones útiles de los drones en el levantamiento topográfico respecto a las técnicas convencionales, permitiendo realizar la medición de muchos puntos de apoyo y procesar las imágenes aéreas a través de un software aplicativo.

En la actualidad es posible realizar la captura de imágenes o datos LIDAR con dron y enviarlos directamente a un software de gestión en la oficina, donde los ingenieros y técnicos pueden comenzar a trabajar con ellos de inmediato. Esta velocidad en el intercambio de datos no solo ahorra tiempo, sino que también aumenta la eficiencia e incluso reduce los costos, lo que también se puede denominar como 'trabajo bien ejecutado y cliente contento'. Por otro lado, los errores se detectan y corrigen más rápidamente, y la necesidad de visitas repetidas al sitio se reduce significativamente.



**Figura N° 1.** Dron Phantom 4Pro

Fuente: Dron Phantom 4 PRO v2.0.



**Figura N° 2.** Orto Mosaico y Modelo Digital del Suelo

Fuente: Vargas Victor, 2024 Elaboración Propia

## 2.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS SON ALIADAS DE LA TOPOGRAFÍA

La incorporación de las nuevas tecnologías es la principal característica que debe distinguir a las y los topógrafos nacionales, pero siempre adaptando dichas condiciones tecnológicas mundiales.

Por eso la geomática es fundamental e inclusive se le considera sinónimo de la topografía, pues significa el empleo de los últimos avances tecnológicos en esta rama de la ingeniería.

Dr. Israel Quintanilla su conferencia titulada. El ingeniero topógrafo del futuro, la última de una serie de presentaciones que realizó los días 18,19 y 21 de junio del 2022 en la Universidad de Costa Rica (UCR), a donde llegó invitado por la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Topográfica.



**Figura N° 3.** Conferencia en la Facultad de Ingeniería

Fuente: Dr. Israel Quintanilla 2022 en la Universidad de Costa Rica. Conferencia en la universidad de Costa Rica

Algunos de los sistemas tecnológicos mencionados por el Dr. Quintanilla y que se vuelven indispensables para el desarrollo de la profesión topográfica son los sistemas de posicionamiento global, teledetección, dispositivos móviles y la fotogrametría.

Con ellos se logra dar un análisis completo sobre la interpretación, distribución y uso de la información geográfica, "todo va muy

rápido porque al igual que evoluciona la teledetección, evoluciona también la fotogrametría con el láser escáner y eso es lo que significa ser el topógrafo del futuro, adaptarse a las nuevas tecnologías en las condiciones del entorno en donde nos encontramos", comentó el Dr. Quintanilla.

Durante la charla del Dr. Quintanilla en la Sala Multimedia de la Facultad de Ingeniería quedó claro el concepto de que los términos topografía y geodesia significan lo mismo y que la geomática es la aplicación en ellas de las nuevas tecnologías (Quintanilla, Junio-2022).

## 3. DISCUSIÓN, DESARROLLO Y ANÁLISIS

En la actualidad el cambio natural de los métodos y técnicas de trabajo en topografía, se cambió en función al avance de la tecnología, permitiéndonos analizar los métodos tradicionales o convencionales con respecto, a la topografía moderna, en las formas, métodos, técnicas de trabajo, análisis de tiempo, costo de trabajo para cualquier trabajo de ingeniería y arquitectura, referentes a los trabajos topográficos, geodésicos, etc.

Por la demanda de la población de efectuar trabajos de alta precisión y a bajo costo, el avance constante de tecnología topográfica nos permite obtener equipos que estén acordes a nuestros tiempo misma permitiéndonos ingresar al mundo maravilloso de nuevas ciencias como son la fotogrametría, la cartografía, la geodesia y de manera directa a la nueva ciencia como es la geomática, donde hoy por hoy a través de estas ciencias analizamos cualquier trabajo topográfico, geodésico geomático, de manera más rápida y a bajo costo, la aplicación de topografía moderna y el manejo de tecnología avanzada como son los DRONES, los GPS, GNSS, los sistemas LIDAR, NTRIP, los equipos ESCANER y otros permitiéndonos información de manera rápida a bajo costo y a un alto grado de precisión, originando una entregar del producto bien elaborado, en corto tiempo es así como ya se indicó la topografía moderna ya es una realidad.



#### 4. CONCLUSIONES

Las nuevas tecnologías han revolucionado la topografía, haciendo el trabajo más eficiente y preciso.

Actualmente los estudios topográficos se realizan a partir de la combinación de nuevas tecnologías con topografía convencional, obteniendo los productos en menos tiempo y con altos estándares de control de calidad.

La topografía y otras ciencias como la cartografía. La geodesia, la teledetección, la

fotogrametría, los sistemas de información geográfica y los sistemas GPS, engloba la GEOMÁTICA, usando instrumentos de la más avanzada tecnología como el láser-escaner 3D, los sensores remotos en Drones y los sensores GNSS, GPS, y LIDAR.

#### 5. REFERENCIAS

Nieto González Marcos (Enero-2024). Innovación Topográfica.

Quintanilla Israel (Junio-2022). Conferencia en la universidad de Costa Rica.