

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

## **“ESTACIÓN 1 - LÍNEA 2 Y RAMAL AV. FAUCETT - AV. GAMBETTA DE LA RED BÁSICA DEL METRO DE LIMA Y CALLAO”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título  
profesional de:**

**Ingeniera Civil**

**Autor:**

Miriam Enedina Huaranga Carhuavilca

**Asesor:**

Mg. Ing. Kely Elizabeth Núñez Vásquez

<https://orcid.org/0000-0001-7846-2510>

Lima - Perú


**2024**

## Informe de Similitud

# Kely Elizabeth Núñez Vásquez

## TESIS SP\_HUARINGA CARHUAVILCA

 TESIS SP\_HUARINGA CARHUAVILCA




 TESIS ENERO Y DICIEMBRE 2025

 Asesores

### 15% Similitud general


El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

#### Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 13%  Publicaciones
- 14%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

#### Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
903 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## Tabla de contenido

Índice de tablas .....	6
Índice de Figuras.....	8
Índice de ecuaciones .....	13
RESUMEN EJECUTIVO.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	28
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....	74
CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....	102
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS .....	130
ANEXOS .....	135

## Índice de tablas

Tabla 1: .....	87
Equipo de Trabajo Ingeniería y Construcción S.A.C. ....	87
Tabla2: .....	102
Condiciones Hidrogeológicas.....	102
Tabla3: .....	103
Aplicación de Técnicas Constructivas.....	103
Tabla 4: .....	104
Metodologías Lean Construction. ....	104
Tabla 5: .....	105
Avance Físico vs. Programación. ....	105
Tabla 6: .....	105
Organización del trabajo.....	105
Tabla 7: .....	106
Medidas de seguridad implementadas.....	106
Tabla 8: .....	106
Gestión de riesgos.....	106
Tabla 9: .....	107
Gestión de Residuos. ....	107
Tabla 10: .....	108
Monitoreo Ambiental. ....	108

Tabla 11:.....	111
Control de Calidad.....	111
Tabla 12:.....	112
Materiales de Alta Calidad .....	112
Tabla 13:.....	112
Mano de Obra Calificada.....	112
Tabla 14:.....	112
Gestión de la Calidad.....	112
Tabla 15:.....	117
Técnica de Impermeabilización.....	117
Tabla 16:.....	119
1era lámina asfálticas de betún elastómero SBS. ....	119
Tabla 17:.....	121
2da lámina asfálticas de betún elastómero SBS. ....	121

## Índice de Figuras

Figura 1: Logotipo de la empresa .....	18
Figura 2: Equipo de trabajo Hydrex Ingeniería y Construcción.....	19
Figura 3: Las Normas ISO.....	20
Figura 4: Logotipo de certificaciones.....	20
Figura 5: Compañía internacional especializada en la consultoría.....	20
Figura 6: Galería de clientes.....	21
Figura 7: Línea 2 Metro de Lima.....	22
Figura 8: Línea 2 del Metro de Lima.....	22
.....	22
Figura 9: Pozo de Ventilación 03.....	23
Figura 10: Planta de Tratamiento de Agua – Yanaoca.....	23
Figura 11: PTAR Nettelco - Vulcano ATE.....	24
Figura 12: Implementación de Clínica Oftalmosalud.....	24
Figura 13: Mall Plaza Bolognesi Chiclayo.....	25
Figura 14: IE Los Pinos – Trujillo IE San José de Pacasmayo.....	25
.....	25
Figura 15: Gimnasio y Spa Country Club La Planicie.....	26
Figura 16: Organigrama de la empresa Hydrex Ingeniería y Construcción.....	27
Figura 17: Excavación en losa de fondo.....	30
Figura 18: Filtración de agua subterránea en losa de fondo.....	31

Figura 19: Extracción de agua subterránea en losa de fondo. ....	32
Figura 20: Muro Pantalla .....	33
Figura 21: Descabezado de pilotes. ....	37
Figura 22: Ensayo de carga estática con célula Osterberg.....	39
Figura 23: Perforación .....	41
Figura 24: Anclaje .....	41
Figura 25: Barra de Acero. ....	42
Figura 27: Anclaje de barra de acero con Resina Epóxica HIT-RE 500 V3 .....	46
Figura 28: Tarrajeo en Losa de Fondo.....	47
Figura 29: Viga Metálica. ....	51
Figura 30: Instalación de Geotextil.....	53
Figura 31: Brida Rompe Agua.....	54
Figura 32: Brida Rompe Agua en Tubería de bombeo.....	55
Figura 33: Muro de Albañilería Armada. ....	59
Figura 34: Concrelisto. ....	59
Figura 35: Supermortero.....	60
Figura 36: Albañilería Armada. ....	60
Figura 37: Encofrado de Dintel. ....	62
Figura 38: Encofrado de Pilastras.....	63
Figura 39: Encofrado del Antisunami.....	64
Figura 40: Vaciado en Losa de Fondo.....	66

Figura 41: Cono de Abrams.....	67
Figura 42: Ensayo del cono de Abrams.....	68
Figura 43: Andamio de Trabajo.....	70
Figura 44: Tuneladora en Losa de Fondo.....	72
Figura 46: Constancia de Inducción.....	75
Figura 47: Ubicación del Proyecto de la estación 1.....	76
Figura 48: Fase 1.1.....	77
Figura 49: Fase 1.2.....	78
Figura 50: Fase 1.3.....	81
Figura 51: Fase 1.4.....	82
Figura 51: Fase 2.1.....	82
Figura 52: Fase 2.2.....	83
Figura 53: Fase 2.2.....	83
Figura 54: Fase 3.2.....	84
Figura 55: Fase 3.3.....	85
Figura 56: Fase 4.....	85
Figura 57: Documento de Identidad empresarial.....	86
Figura 58: Análisis de trabajo seguro.....	88
Figura 59: Tareo diario de personal.....	89
Figura 60: Planificación de reuniones para el área de calidad y producción.....	90
Figura 61: Control diario de vaciados y muestras de concreto estructural.....	91

Figura 62: Actualización de Plano de Pilastras. ....	93
Figura 63: Acompañamiento a la Inspección y Control de Calidad (Cesel y el Consortio de Lima). ....	94
Figura 64: Ensayo en obra de la prueba del Slump .....	94
Figura 65: Supervisión y control de muestras. ....	95
Figura 66: Impermeabilización de juntas. ....	95
Figura 67: Instalación de muros de albañilería. ....	96
Figura 68: Acompañamiento a la Inspección y Control de Calidad (Cesel y el Consortio de Lima). ....	96
Figura 69: Control de avance de Muros de Bloquetas.....	97
Figura 70: Mapeo de vaciados y restricciones en campo. ....	97
Figura 71: Reparación de estructura anti tsunami. ....	98
Figura 72: Dosificación en la instalación de muros de albañilería. ....	98
Figura 73: Reparación de juntas. ....	99
Figura 74: Instalación de geotextil. ....	99
Figura 75: Andamio de anillo de estanco. ....	100
Figura 76: Sellante elastomérico SIKAFLEX-2C NS. ....	100
Figura 77: Supervisión de curado en losa de fondo sector 2. ....	101
Figura 78: Aplicación de. ....	117
Figura 79: Especificaciones técnicas de láminas de impermeabilización. ....	118
Figura 80:.....	123
Figura 81: Perfil geológico geotécnico.....	109

Figura 82: Litoestratigrafía .....	110
Figura 83: E .....	36
Figura 82: Ensayos y límites para el uso del agua. ....	113
Figura 83:.....	113
Figura 84:.....	113
Figura 85:.....	114
Figura 86:.....	114
Figura 87: Equipo de trabajo de producción.....	27

## Índice de ecuaciones

(El presente índice se fijará en función a la naturaleza del trabajo. Las ecuaciones se emplean habitualmente en investigaciones en ingeniería)

## RESUMEN EJECUTIVO

La construcción de la Estación 1 de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao representa una oportunidad única para demostrar la capacidad de la ingeniería peruana de enfrentar grandes desafíos y construir infraestructura de clase mundial. Los resultados de este proyecto tendrán un impacto significativo en el desarrollo de la ciudad y en el fortalecimiento del sector de la construcción en el país. Durante ocho meses, desempeñé el rol de Asistente de Oficina Técnica en la empresa **Hydrex Ingeniería y Construcción S.A.C.** en el ambicioso proyecto de construcción de la Estación 1 de la Línea 2 del Metro de Lima y Callao. Mi experiencia en este mega proyecto me permitió adquirir sólidas habilidades en la gestión de proyectos de infraestructura, trabajando en estrecha colaboración con ingenieros y técnicos. Mis responsabilidades incluyeron la gestión de la documentación técnica, el control de calidad de los materiales y el apoyo en la resolución de problemas técnicos. Dominé software especializado como AutoCAD, Excel y adquirí un profundo conocimiento de las normas y estándares de construcción. Destaco mi participación en la supervisión y control apoyando en las áreas de Producción y Calidad, detectando con anticipación inconvenientes que podrían presentarse durante la ejecución de una actividad evitando complicaciones que resulten en retrasos. Esta experiencia me brindó la oportunidad de desarrollar habilidades de organización, planificación y resolución de problemas en un entorno dinámico y exigente. Gracias a mi participación en este proyecto, consolidé mis conocimientos técnicos y adquirí una valiosa experiencia en la gestión de proyectos de gran envergadura.

**Palabras clave:** Producción, Calidad, Construcción, Gestión de Proyectos

## **NOTA**

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con en el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

## REFERENCIAS

- Jaramillo de León, O., Cando, W., Bucheli, J., & Enderica Guambana, P. (2018). Análisis de una conexión metálica soldada entre una viga “I” y una columna tubular a escala reducida. *Dialnet*, 23.
- Páez Moreno, D. F., & Hamón Caicedo, J. (29 de Junio de 2016). Estudio de la resistencia a tracción en anclajes estructurales posinstalados con adhesivo epóxico. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242018000200057&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-33242018000200057&script=sci_arttext)
- Aceros Arequipa. (Noviembre de 2016). *Construyendo*. Obtenido de <file:///C:/Users/user/Downloads/BOLETIN-CONSTRUYENDO-30.pdf>
- ANEPSA Solucion con Valor . (2024). *La Ingenieria Civil y la Importancia de los Planos Civiles*. Obtenido de <https://anepsa.com.mx/planos-civiles-ingenieria-civil-importancia/>
- AUTODESK. (2024). *AUTODESK*. Obtenido de <https://www.autodesk.com/latam/products/autocad-web/features>
- Ayala Moya, C. (Abril de 2016). Comportamiento Cíclico De Albañilería Armada De Bloques De Hormigón Parcialmente Relleno: Análisis Experimental Y Numérico. *Tesis Magister*. Chile. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/94b0c3811a532c809639cb3eb060a1d5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Bastidas, D. M., & Medina Sánchez, E. (2013). *Armaduras de Acero Inoxidable*. Madrid: CEDINOX. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/85075>
- Celi Palomino, K. C., & Morales Mendoza, K. M. (18 de Junio de 2022). EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO EN TRES OBRAS PÚBLICAS DE LA CIUDAD DE TACNA, 2022. *Tesis de pregrado*. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, Tacna, Perú.

doi:<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/2363/Celi-Palomino-Morales-Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Colunche Caruajulca, E., & Haro Acosta, J. (2023). Mejora de los rendimientos y costos en la construcción de muros pantalla al incorporar bentonita como estabilizante de talud en comparación a los muros anclados. Lima. Obtenido de Repositorio.upn.edu.pe

De la Cruz, G. J. (1994-2019). Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. *Dialnet*. Obtenido de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría.

Diario Oficial del Bicentenario El Peruano. (20 de agosto de 2011). *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo*. (Perú, Ed.) Obtenido de <https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>

DokaScaff. (Febrero de 2018). *SISTEMA MODULAR DE ANDAMIO*. Obtenido de [https://direct.doka.com/\\_ext/downloads/downloadcenter/999812404\\_2018\\_02\\_online.pdf](https://direct.doka.com/_ext/downloads/downloadcenter/999812404_2018_02_online.pdf)

DokaScaff Sistema modular de andamio. (Febrero de 2024). *Instrucciones de montaje y uso*. Obtenido de [https://www.doka.com/es-PE/solutions/Sistemas\\_de\\_encofrado\\_para\\_muros?utm\\_source=GoogleAds&utm\\_medium=Anuncios\\_KW&utm\\_campaign=Categoria&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwpbi4BhByEiwAMC8JnbXE\\_rGbE2Wu38Ufb4rGdM5bNg5zUbS4UPIK8N\\_XD1CfkAusFI11hoCJNQQAvD\\_BwE](https://www.doka.com/es-PE/solutions/Sistemas_de_encofrado_para_muros?utm_source=GoogleAds&utm_medium=Anuncios_KW&utm_campaign=Categoria&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwpbi4BhByEiwAMC8JnbXE_rGbE2Wu38Ufb4rGdM5bNg5zUbS4UPIK8N_XD1CfkAusFI11hoCJNQQAvD_BwE)

Dominguez Perez, G. (Diciembre de 2016). Especificación de Sistemas de Bombeo. *Tesis de Titulación*. México: Instituto Politecnico Nacional.

Garzón Bejarano, M., & Henai Saldarriaga, C. A. (Junio de 2014). DESARROLLO DE LA FLUENCIA A TRACCIÓN EN BARRAS DE REFUERZO ANCLADAS AL CONCRETO EMPLEANDO RESINAS EPÓXICAS. *Tesis de Pregrado*. Bogotá, Colombia. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1484&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1484&context=ing_civil)

- Guevara-Martínez, F. (Mayo de 2015). Analisis y Ejecucion de Movimiento de Tierras en una Obra Empleando el Diagrama de Curva Masa. *Universidad de Piura*. Lima, Peru.  
doi:[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/99850685/MAS\\_ICIV\\_L\\_029-libre.pdf?1678830780=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMAS\\_ICIV\\_L.pdf&Expires=1728612561&Signature=Bn8eJoEQ5u3ZTNnUDPUB7UO5VSGRRRfTF8kx7Q4rFTidRe32ZqcTz-6AijNvmyZVrAVeKJ2-y1wz](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/99850685/MAS_ICIV_L_029-libre.pdf?1678830780=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMAS_ICIV_L.pdf&Expires=1728612561&Signature=Bn8eJoEQ5u3ZTNnUDPUB7UO5VSGRRRfTF8kx7Q4rFTidRe32ZqcTz-6AijNvmyZVrAVeKJ2-y1wz)
- Hilti. (2024). *Hilti*. Obtenido de [https://www.hilti.com.pe/c/CLS\\_FASTENER\\_7135/CLS\\_CHEMICAL\\_ANCHORS\\_7135/r4929903](https://www.hilti.com.pe/c/CLS_FASTENER_7135/CLS_CHEMICAL_ANCHORS_7135/r4929903)
- Hydrex. Ingeniería y Construcción S.A.C. (2022). *Hydrex*. Obtenido de <https://www.hydrex.pe/>
- Línea 2 del Metro de Lima. (s.f.). *Metro de Lima*. Obtenido de <https://www.metrolima2.com/>
- Manrique Loayza, F., & Solis Beltran, L. (2022). Economía circular del lodo bentonítico con cal de excavaciones, para el mejoramiento de subrasante, caso Línea 2 del Metro de Lima. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/5927>
- McCormac, J., & Brown, R. (2017). *Diseño de Concreto Reforzado* (10 ed.). EE.UU.: Alpha.
- Metalplast Industrial. (2024). *Importación y comercialización de suministros industriales*. Obtenido de <https://www.metalplast.com.pe/producto/brida-rompe-agua/>
- Moran Dias, E. (2019). *Guía para la impermeabilización de cimentaciones mediante drenes y geotextiles para construcciones residenciales en zonas de alto nivel freático*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad De Las Américas: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/11141/1/UDLA-EC-TTCD-2019-10.pdf>

- Nij Patzán , J. (Mayo de 2009). Guia Practica para El Calculo de Capacidad de Carga en Cimentaciones Superficiales, Losas de Cimentacion, Pilotes y Pilas Perforadas. *Universidad de San Carlos de Guatemala*. Guatemala. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60832306/cimentaciones\\_en\\_taludes20191008-60565-1ouloe1-libre.pdf?1570520818=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGUIA\\_PRACTICA\\_PARA\\_EL\\_CALCULO\\_DE\\_CAPACID.pdf&Expires=1728630778&Signature=F2vloRv1U1izmh3](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60832306/cimentaciones_en_taludes20191008-60565-1ouloe1-libre.pdf?1570520818=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DGUIA_PRACTICA_PARA_EL_CALCULO_DE_CAPACID.pdf&Expires=1728630778&Signature=F2vloRv1U1izmh3)
- Padilla Ramirez , A., Pando Pinto, L., & Soto Canto, H. N. (15 de Noviembre de 2017). Análisis de los procesos constructivos cut and cover para evaluar el plazo y costo de la construcción de una estación subterránea típica. *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS* . Lima, Peru.
- PROCORE. (2002). *PROCORE*. Obtenido de Desarrollamos software para que puedas construir nuestro mundo: <https://www.procore.com/es/articulo/inspeccion-de-obras-de-construccion-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-proceso>
- Ramos Rugel, M. (27 de Noviembre de 2002). Analisis Tecnico y Economico de Losas de entrepiso. *Universidad de Piura*. Piura, Peru.  
doi:[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39036914/ICI\\_087-libre.pdf?1444203512=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DICI\\_087.pdf&Expires=1728628145&Signature=ZGdxkKQA1~oiWGQwpAnLIOZgPcIMbIX6SatmbC5aYjjM26XzVqHGQEbKAL8vxt31ESbKWeZVlS0qZ0isZ0PJteI](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39036914/ICI_087-libre.pdf?1444203512=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DICI_087.pdf&Expires=1728628145&Signature=ZGdxkKQA1~oiWGQwpAnLIOZgPcIMbIX6SatmbC5aYjjM26XzVqHGQEbKAL8vxt31ESbKWeZVlS0qZ0isZ0PJteI)
- Rios Delgado, M., & Botello Rionda , S. (2017). Diseño Optimo de Losas de Concreto Reforzado Mediante Analisis con Elementos Finitos. *Jovenes en la Ciencia*, 3(2), 5. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2049/1544>
- Sánchez, J. (2019). *Dirección y control de obras*. Editorial E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Sociedad Concesionaria Metro de Línea 2. (2019). *4.9 Especificaciones Técnicas*

*Estructuras*. LIMA.

SPECTRA Ingenieria. (2024). *SPECTRA Calculistas Estructurales*. Obtenido de  
<https://www.spectrainge.com/blog/excel-para-ingenieros-5-tips/>

Tejada, J. L. (2019). *Costos de Obras Civiles*. Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones  
Limitada.

Yepes Piqueras, V. (2020). *Procedimientos de Construcción de Cimentaciones y  
Estructuras de Contención*. España: Editorial Universitat Politecnica de  
Valencia.

doi:[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/149852/TOC\\_0328\\_09\\_02.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/149852/TOC_0328_09_02.pdf)