



INGENIERO DE REGISTRO (EOR)

Seguridad, continuidad operativa y confianza
en la gestión de relaves

Servicios especializados para Depósitos de Relaves (TSF)

Autores

José Lara

Especialista en Manejo de Relaves-Diseño y Seguridad de Presas – Ingeniero de Registro (EOR)

Jordam Ceron

Líder de Gestión de Relaves – Equipo EOR

Jhanely Cubas

Ingeniero de Gestión de Relaves – Equipo EOR

En esta presentación

I. Evolución del Ingeniero de Registro (EOR)

Pág. 1

II. Nuestro enfoque del EOR

Pág. 1 - 4

III. Nuestro acompañamiento técnico como EOR

Pág. 5-7

I. Evolución del Ingeniero de Registro (EOR)

El concepto del Ingeniero de Registro (EOR, por sus siglas en inglés, *Engineer of Record*) comenzó a implementarse de manera formal tras el colapso del hotel Hyatt Regency en 1981, en Kansas City, Estados Unidos. Este evento evidenció las consecuencias de la falta de una responsabilidad técnica claramente definida y de una adecuada revisión de los cambios de diseño, impulsando el desarrollo de guías, estándares y marcos normativos que establecen la necesidad de un ingeniero responsable del diseño y de sus modificaciones.

Con el tiempo, el concepto del EOR fue adoptado y fortalecido en sectores que gestionan infraestructuras de alto riesgo, como la minería, donde la gestión de los depósitos de relaves (TSF, por sus siglas en inglés, *Tailings Storage Facilities*) representa uno de los mayores desafíos técnicos. El rol del EOR adquirió especial relevancia a partir de eventos de fallas de alto impacto, como Mount Polley (Canadá, 2014), donde la liberación masiva de relaves generó impactos ambientales significativos y un fuerte cuestionamiento a los procesos de diseño, revisión y supervisión técnica. Este evento puso en evidencia la necesidad de contar con una supervisión técnica continua, independiente y experta, así como con una asignación clara de responsabilidades técnicas durante todas las etapas del ciclo de vida del TSF.

La trágica falla de Brumadinho (Brasil, 2019) profundizó aún más esta necesidad, al provocar la pérdida de 270 vidas y severas consecuencias sociales, ambientales y reputacionales para la industria minera a nivel global. Este evento marcó un punto de inflexión en la gestión de relaves y fue un catalizador directo para el desarrollo del **Estándar Global de Gestión de Relaves para la Industria Minera (GISTM)**, por sus siglas en inglés, *Global Industry Standard on Tailings Management*), el cual consolida las lecciones aprendidas de fallas históricas y posiciona al EOR como un pilar esencial en la gobernanza de los TSF, enfatizando la responsabilidad técnica, la supervisión permanente y la gestión proactiva del riesgo durante todo el ciclo de vida de estas instalaciones críticas.

Hoy, la industria enfrenta un escenario desafiante: existen miles de TSF a nivel mundial, mientras que el número de profesionales con la experiencia y capacidades necesarias para ejercer el rol de EOR es limitado y, además, se siguen registrando **en promedio dos (02) fallas de presas de relaves por año**.

Esta **realidad refuerza el valor estratégico del EOR**, que ha dejado de ser solo un requisito técnico para consolidarse como un pilar esencial de la gobernanza de los TSF, asegurando la continuidad del criterio de diseño, la trazabilidad de las decisiones de ingeniería y la confianza de los reguladores, inversionistas y demás grupos de interés.

II. Nuestro enfoque del EOR

Los TSF son infraestructuras importantes para la industria minera y deben gestionarse bajo los más altos estándares de seguridad, con el objetivo de proteger a las personas, el medio ambiente y la continuidad del negocio. En este contexto, **el EOR cumple un rol fundamental al proporcionar una supervisión independiente, continua y especializada** que asegura la coherencia entre diseño, construcción y operación, y permite una gestión proactiva de los riesgos de la instalación.

De acuerdo con el GISTM, el **EOR es uno de los cuatro roles clave para asegurar una gobernanza sólida y reducir los riesgos asociados a los TSF**. Desde esta posición, brinda asesoría técnica especializada al Propietario durante todas las etapas del TSF, asegurando un seguimiento técnico continuo y verificando que la instalación haya sido diseñada, construida y operada de acuerdo con las normativas aplicables y altos estándares de la práctica de ingeniería.

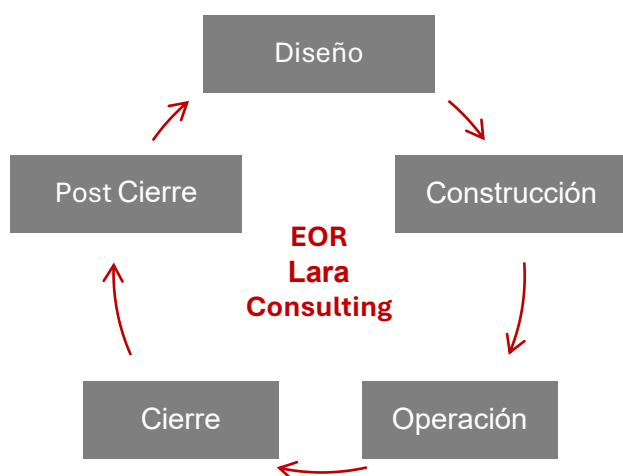
Asimismo, **el EOR forma parte de la Primera Línea de Defensa en la gestión de riesgos del TSF**, proporcionando soporte técnico directo al Ingeniero Responsable de la Instalación de Relaves (RTFE, por sus siglas en inglés, *Responsible Tailings Facility Engineer*) y al equipo de la Unidad Minera (UM). Este acompañamiento permanente permite anticipar desviaciones, fortalecer la toma de decisiones y resguardar el desempeño seguro y sostenible de la operación.

Bajo esta visión, **Lara Consulting** concibe al **EOR** no como un servicio, sino como **una alianza técnica estratégica que aporta confianza, continuidad y solidez a la gestión de los TSF**. Acompañamos a todo el equipo de la UM involucrado en la gestión de relaves de manera permanente y experta en cada etapa del ciclo de vida del TSF, fortaleciendo la gobernanza, elevando los estándares de seguridad y promoviendo una operación sostenible.

Nuestro enfoque integral considera el sistema de relaves en su totalidad, incorporando no solo el TSF, sino también los componentes asociados que influyen directamente en su desempeño y seguridad, como las plantas de proceso. Esta visión sistémica permite anticipar riesgos, asegurar la coherencia técnica y respaldar decisiones operativas informadas.

Con una **sólida trayectoria en proyectos mineros** y un **criterio técnico alineado a los más altos estándares y mejores prácticas internacionales**, asumimos el rol de EOR con un claro propósito: proteger activos críticos, asegurar la continuidad operativa y generar valor sostenible para el negocio.

Desde la conceptualización del diseño hasta el cierre y post-cierre, **Lara Consulting brinda un acompañamiento técnico continuo** que asegura que los TSF se diseñen, construyan y operen de forma consistente con la intención de diseño, alcanzando un desempeño seguro, responsable y confiable en el largo plazo.



Ciclo de vida de una instalación de almacenamiento de relaves

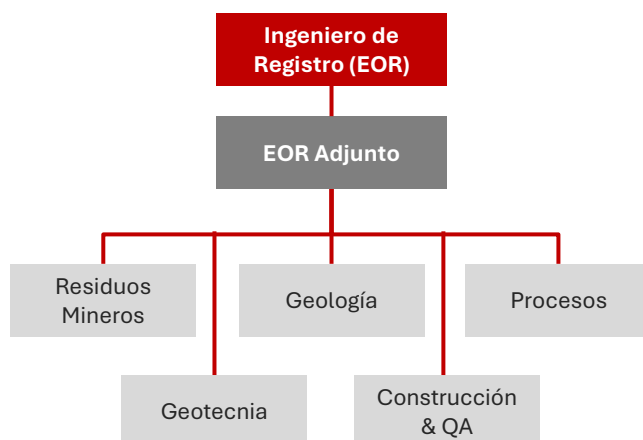
Estructura del Equipo del EOR

El **EOR debe contar con un equipo técnico sólido y estructurado** que le permita incrementar la capacidad de gestionar cambios, incertidumbre y escenarios críticos con agilidad y solidez técnica.

Dentro de esta estructura, la figura del **EOR Adjunto cumple un rol estratégico**. Su participación **activa en el proyecto** y su integración en un proceso planificado de formación y transferencia de conocimiento, aseguran la continuidad del rol, de las decisiones técnicas y de la estabilidad de la gobernanza. Como segundo al mando, el EOR Adjunto asegura la continuidad operativa y refuerza la confianza en la gobernanza del TSF, incluso frente a transiciones o ausencias temporales.

En **Lara Consulting**, el EOR trabaja respaldado por un **EOR Adjunto y un equipo interno multidisciplinario de alto nivel**, lo que nos permite brindar un acompañamiento técnico estratégico, flexible y alineado con las necesidades de cada cliente y las condiciones particulares de cada TSF.

La conformación del Equipo EOR **se adapta a la complejidad, el nivel de riesgo y los requerimientos específicos de cada instalación**, integrando disciplinas clave como geotecnia, geología, residuos mineros, procesos y control y aseguramiento de la calidad (CQC/CQA), entre otras, asegurando una visión integral y una gestión sólida de los riesgos críticos del TSF.



Estructura del Equipo EOR de Lara Consulting

Responsabilidades del EOR

Las responsabilidades del EOR están establecidas en el Principio 9 del GISTM, el cual exige la designación formal de un EOR con competencias y experiencia adecuadas para asumir la responsabilidad técnica del TSF. Entre sus principales funciones se incluyen:

- Definir los criterios de diseño y plasmarlos en el *Reporte de Bases para el Diseño (DBR)*, así como, monitorear la construcción y revisar todos los cambios de la instalación en el Reporte de Registro de Construcción (CRR).
- Elaborar entregables clave, tales como el *Reporte de Inspección de Seguridad de Presa (DSI)*, *Reporte de Responsabilidad por Desviaciones (DAR)* y la *Revisión Anual de Desempeño (APR)*.
- Realizar inspecciones periódicas in situ durante la construcción y operación del TSF, con el fin de verificar el cumplimiento de la intención de diseño.
- Analizar los datos técnicos de monitoreo y elaborar Informes periódicos, evaluando el desempeño del TSF e identificando cualquier desviación respecto al desempeño esperado.
- Inspeccionar la estructura ante la ocurrencia de eventos sísmicos o meteorológicos de alta intensidad; así como frente a comportamiento o monitoreos anómalos, o superación de umbrales de alerta, cuando el RTFE lo solicite.
- Proporcionar capacitación y acceso al Manual OMS a todo el personal involucrado en el Sistema de Gestión de Relaves.
- Brindar soporte al RTFE frente a situaciones adversas en el sistema de relaves, aportando información clave para la toma de decisiones sobre los diseños, la operación, mantenimiento y vigilancia del TSF.
- Mantener comunicación constante con el Ejecutivo Responsable (AEO, por sus siglas en inglés, Accountable Executive Officer) y RTFE en todo lo relacionado al TSF.

En Lara Consulting, comprendemos la relevancia del GISTM y, por ello, las responsabilidades del EOR que asumimos se encuentran plenamente alineadas con este estándar internacional, asegurando una gestión técnica sólida, consistente y orientada a la reducción de riesgos.

Calificaciones del EOR

Este rol debe ser asumido por una empresa de ingeniería calificada que cuente con profesionales con experiencia y competencias requeridas especificadas a continuación.

- Ingeniero civil, geotécnico, geólogo, en minas, o equivalente con más de 15 años de experiencia aplicando normativas relacionadas a la gestión de relaves. Conocimientos en diseño, construcción, operación, cierre y seguridad de TSF.
- Capacidad para trabajar con equipos multidisciplinarios de la unidad minera y sus consultores, además de representantes corporativos del proyecto, organismos reguladores, contratistas, entre otros involucrados.
- Habilidades de comunicación efectiva, resolución de problemas, liderazgo, toma de decisiones y colaboración. Así como, ética y responsabilidad profesional.

Lara Consulting cuenta con un **equipo de profesionales altamente capacitados para asumir este rol**, con sólidos conocimientos y experiencia especializada en la gestión de TSF:

- **Profesionales con más de 20 años de experiencia** con amplios conocimientos en TSF aplicando las normas nacionales y los estándares internacionales.
- **Más de 09 años de experiencia** realizando investigaciones geotécnicas, consultoría especializada, soluciones innovadoras y resultados confiables, lo que nos ha permitido consolidarnos como un referente en el sector.
- **Más de 04 años de experiencia como EOR** respaldan nuestra capacidad para gestionar proyectos complejos de relaves y ofrecer soluciones personalizadas.
- **Actual EOR de 16 TSF**, distribuidos en 8 UM, donde gestionamos de manera integral la seguridad, operatividad y cumplimiento normativo de cada instalación.
- La experiencia adquirida en la gestión de múltiples TSF nos permite **optimizar procesos y asegurar que cumplan con los estándares internacionales** en cuanto a seguridad, medio ambiente y continuidad operativa.

Debida diligencia en caso de cambio del EOR

El EOR puede ser reemplazado por diversas razones, dando lugar a distintos escenarios que requieren una adecuada gestión de la transición para asegurar la continuidad del criterio de diseño y la gobernanza técnica del TSF.

En Lara Consulting, gestionamos estas transiciones mediante un **enfoque estructurado**, orientado a minimizar los riesgos técnicos, operacionales y reputacionales del Propietario, asegurando una transición responsable y transparente, alineada con los requisitos del GISTM y las mejores prácticas internacionales.

Transición interna del EOR

Cuando el cambio se limita al profesional designado como EOR, por causas como incapacidad, variaciones en la disponibilidad, reasignación de responsabilidades, entre otros; Lara Consulting activa un proceso de transición planificado para la continuidad del rol.

Este proceso se apoya en el EOR Adjunto y el Equipo EOR, quienes participan activamente en el proyecto y cuentan con conocimiento profundo del TSF, realizando una transición ordenada, continua y sin interrupciones en la gobernanza técnica del TSF. De ser necesario, Lara Consulting podría nombrar a otro profesional debidamente calificado con conocimiento del proyecto y validado por el Propietario, para asumir el rol del EOR.

Transición externa del EOR

Cuando ocurre un cambio de firma EOR, ya sea por la designación o el reemplazo de Lara Consulting, la transición se gestiona mediante un proceso riguroso de debida diligencia técnica que asegura la continuidad del criterio de diseño, la gobernanza y la gestión del riesgo del TSF, ya sea asumiendo plenamente el rol con respaldo técnico y documental, o facilitando una transferencia ordenada, transparente y trazable que minimice riesgos técnicos, operacionales y reputacionales para el Propietario.

Este proceso debe contemplar, entre otras acciones:

- Ejecutar una Revisión de Seguridad de Presas (DSR).

- Revisar la instrumentación y de los reportes de monitoreo.
- Verificar los controles de aseguramiento y control de calidad durante la construcción.
- Ejecutar investigaciones geotécnicas, cuando corresponda, para caracterizar las condiciones del subsuelo, las presas y los relaves.
- Realizar el análisis geotécnicos para confirmar la estabilidad bajo condiciones de carga representativas.
- Definir los alcances, responsabilidades y obligaciones legales asociadas.

En cualquiera de estos dos escenarios, el cambio del EOR se debe comunicar a todos los equipos y partes interesadas con el fin de asegurar la continuidad de las labores.

Beneficios de contar con un EOR de Lara Consulting

- **Aseguramos la participación permanente de un EOR con conocimiento integral del TSF**, capaz de aplicar el enfoque observacional y verificar que la filosofía y la intención del diseño se mantengan a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.
- **Ejercemos un liderazgo técnico interdisciplinario**, actuando como un referente especializado que apoya al Propietario en la toma de decisiones técnicas y comerciales informadas.
- **Fortalecemos el compromiso del Propietario con la seguridad y la sostenibilidad**, demostrando ante los grupos de interés una gestión responsable y alineada con las mejores prácticas de la industria.
- **Aseguramos el cumplimiento de los requisitos regulatorios**, verificando la correcta implementación de los programas de control y aseguramiento de la calidad (QC/QA), la adecuada gestión de la documentación del proyecto y la ejecución y reporte de las inspecciones requeridas.
- **Impulsamos la preparación operativa del equipo del Propietario**, confirmando que el personal comprende los métodos apropiados para la operación del TSF y que cuente con la capacidad de respuesta necesaria ante condiciones adversas.

III. Nuestro acompañamiento técnico como EOR

En Lara Consulting, entendemos que **cada proyecto es único**. Por ello, trabajamos en estrecha colaboración con nuestros clientes para ofrecer **soluciones personalizadas** que integran las mejores prácticas internacionales, respaldadas por una sólida experiencia técnica, orientadas a fortalecer la seguridad, la eficiencia y la sostenibilidad operativa.

Como EOR, brindamos **acompañamiento y seguimiento técnico continuo** a lo largo del ciclo de vida del TSF, asegurando el cumplimiento de altos estándares de seguridad y calidad; nuestro enfoque multidisciplinario permite la identificación temprana de riesgos técnicos, operacionales y geotécnicos, así como la implementación oportuna de medidas preventivas y correctivas, apoyadas por una **comunicación permanente (24/7)** que facilita la toma de decisiones informada y la optimización de recursos.

Una de nuestras principales contribuciones como EOR es la **gestión temprana de desviaciones durante las etapas de diseño, construcción y operación del TSF**, mitigando reprocesos, sobrecostos y riesgos que puedan afectar la continuidad operativa. Para asegurar que la intención del diseño se implemente adecuadamente en campo, el aseguramiento de calidad (CQA) constituye un eje central de nuestro acompañamiento técnico.

Nuestro equipo prioriza la **participación directa en las actividades de CQA** y, cuando las condiciones del proyecto lo requieren, dispone de un **representante del EOR en el sitio**, quien actúa como enlace técnico permanente, asegurando la trazabilidad de las desviaciones, la adecuada gestión de cambios y la alineación continua con los criterios de diseño durante la etapa constructiva y operativa.

Durante la fase operativa del TSF, **este acompañamiento se mantiene y se refuerza en escenarios de mayor complejidad**, tales como temporadas de lluvias, arranques de operación, cambios significativos en los métodos de operación o la incorporación de nueva instrumentación.

En estos contextos, **la presencia técnica del EOR resulta fundamental para reducir la incertidumbre operativa y brindar soporte oportuno al RTFE y a la Unidad Minera**. Este enfoque de acompañamiento continuo no solo fortalece la seguridad y el desempeño del TSF, sino que también protege activos críticos, reduce la exposición a eventos de alto impacto y refuerza la confianza de reguladores, inversionistas y demás grupos de interés.

Principales actividades del EOR

- Elaboración de **Informes de Monitoreo Geotécnico** mensuales, donde se analiza la data del monitoreo geotécnico.
- Conducción de **Reuniones quincenales de seguimiento técnico**, orientadas a la revisión de los resultados del monitoreo geotécnico, la discusión de hallazgos relevantes y la definición de acciones.
- Emisión de **Reportes de Visitas Técnicas** trimestrales, documentando observaciones de seguridad, condiciones operativas, cumplimiento de la intención de diseño.
- Presentación de **Talleres de Seguimiento de Riesgos**, enfocados en la revisión de la efectividad de los controles implementados, en concordancia con los lineamientos del GISTM.
- Elaboración del **Informe Trimestral del EOR**, integrando el análisis de datos de instrumentación, inspecciones de campo y resultados del taller de seguimiento de riesgos, con el fin de verificar el desempeño del TSF y determinar desviaciones respecto a los objetivos de desempeño establecidos.
- Elaboración y actualización del **Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (OMS)** y el **Plan de Preparación de Respuesta ante Emergencias (EPRP)**, asegurando su alineamiento con las condiciones operativas vigentes, los criterios de diseño y los requisitos regulatorios y estándares internacionales aplicables.
- Desarrollo del **Análisis de Estabilidad**, a fin de verificar los factores de seguridad y respaldar la toma de decisiones técnicas informadas del TSF.

Servicios alineados al GISTM

Lara Consulting elabora los documentos requeridos por el Propietario, alineados con los requisitos del GISTM, contribuyendo a una gobernanza robusta, entre los que se incluyen:

■ Plan de Gestión de Riesgos

Establece el proceso integral de evaluación, gestión, revisión y vigilancia del riesgo. Incluye un Taller de Análisis de Modos de Falla y Efectos (FMEA, por sus siglas en inglés, Failure Modes and Effects Analysis) para identificar los modos de falla creíbles del TSF y sus componentes, con el fin de fortalecer la gestión del riesgo.

■ Inspección de Seguridad de Presa (DSI, por sus siglas en inglés, *Dam Safety Inspection*)

Documenta las inspecciones in situ destinadas a verificar la seguridad, el desempeño y la conformidad del TSF respecto a sus objetivos de desempeño, mediante un enfoque integral que considera todas las etapas y procesos de la gestión de relaves, desde el transporte hasta la disposición final.

■ Reporte de Responsabilidad por Desviaciones (DAR, por sus siglas en inglés, *Deviance Accountability Report*)

Evalúa el impacto acumulativo de los cambios en la instalación sobre el nivel de riesgo y define la necesidad de actualizar el diseño, el Reporte de Base de Diseño (DBR) y las actividades de construcción, operación, mantenimiento y vigilancia (OMS); para su elaboración se requiere la aplicación continua del sistema de gestión de cambios de cada instalación, documentando las modificaciones a lo largo de todo su ciclo de vida.

■ Reporte de Bases de Diseño (DBR, por sus siglas en inglés, *Design Basis Report*)

Establece los supuestos, criterios e hipótesis de diseño, así como las restricciones operativas, que sustentan el diseño, construcción, operación, monitoreo y gestión de riesgos del TSF, constituyéndose en la base técnica para todas las fases de su ciclo de vida.

■ Reporte de Desempeño Anual (APR, por sus siglas en inglés, *Annual Performance Report*)

Evalúa de manera integral el desempeño anual del TSF en función de los objetivos e indicadores de desempeño establecidos, incluyendo los resultados del DBR, DSI, DAR, Manual OMS, EPRP y los reportes trimestrales y de monitoreo. Verifica la estabilidad y seguridad de la instalación y proporciona recomendaciones para mejorar la gestión en el año siguiente, apoyando una toma de decisiones informada y alineada con estándares internacionales, y concluye con una declaración de desempeño específica para la instalación.

■ Reporte de Registros de Construcción (CRR, por sus siglas en inglés, *Construction Records Report*)

Documenta los cambios implementados durante la etapa constructiva, así como los registros y ensayos de campo, asegurando la trazabilidad del proceso. Lara Consulting, a través de su área especializada en CQC y CQA, supervisa y registra la calidad de la construcción, logrando el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y diseño establecidos.

■ Verificación de Intención de Diseño vs Construcción (CDIV, por sus siglas en inglés, *Construction vs Design Intent Verification*)

Confirma que las obras ejecutadas y los componentes del TSF cumplen con la intención del diseño aprobado, los criterios técnicos y la documentación de ingeniería vigente. Revisa el diseño, los CRR, control y aseguramiento de calidad contenidos en el Dossier de Calidad, así como la verificación en campo de las condiciones construidas, con el fin de validar su impacto en la seguridad y el desempeño del TSF.

■ Identificación de brechas para la implementación del GISTM

Servicio orientado a evaluar el nivel de cumplimiento de la gestión del TSF respecto a los requisitos del GISTM. El alcance comprende la revisión de la documentación técnica y de gestión, entrevistas con los equipos clave y el análisis sistemático de

brechas, con el objetivo de definir una hoja de ruta clara y priorizada para la implementación progresiva del estándar.

Lara Consulting brinda acompañamiento durante el proceso de implementación del GISTM, asegurando un avance consistente, trazable y alineado con las mejores prácticas internacionales.

- **Soporte a la UM en las inspecciones del Comité Independiente de Revisión de Relaves (ITRB, por sus siglas en inglés, *Independent Tailings Review Board*)**

Lara Consulting brinda soporte al AEO y RTFE durante las inspecciones del ITRB, preparando toda la documentación requerida, recopilación de información clave y coordinación de las respuestas a las observaciones emitidas. Además, proporcionamos recomendaciones técnicas para la mejora continua de la gestión de los TSF.

Servicios complementarios

El Propietario podrá disponer la ejecución o contratación de otros servicios complementarios, previa revisión y consulta con el EOR:

- Análisis de Rotura de Presa.
- Análisis de Alternativas para la selección del lugar.
- Estudios geofísicos.
- Ingenierías de detalles para construcción y cierre.
- Instalación de instrumentación geotécnica.
- Ensayos en laboratorio para determinar parámetros de relaves.
- Análisis dinámico de suelos.

Los alcances de las actividades se definirán en conjunto con el cliente, según las necesidades específicas y del contexto de cada TSF.



Contáctanos

 (+51) 941 290 893

 @LaraConsulting

 www.laraconsulting.com.pe

 contacto@laraconsulting.com.pe

 Av. 28 de Julio 757 Piso 9 – Miraflores
Lima, Perú