

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**Modelo ProLab: Mejoramiento de Suelos con Columnas de Grava Mediante el Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para la Empresa Soletanche-Bachy Perú**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

Gina Solange Villegas Romanet, DNI: 73015296

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR**

Roberto Chacón Álvarez, DNI: 47160573  
Hugo Benjamín Hidalgo Piani, DNI: 71574633  
Alex Ronald Oriundo Guarda, DNI: 09781426

**ASESOR**

Nicolás Andrés Núñez Morales, DNI: 49011442  
ORCID 0000-0003-2193-3830

**JURADO**

Presidente: Loza Geldres, Igor Leopoldo  
Jurado: Narro Lavi, Pedro Rodolfo  
Asesor: Nicolás Andrés Núñez Morales

**Surco, noviembre 2023**

### Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Nicolás Andrés Núñez Morales, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado “Modelo ProLab: Mejoramiento de suelos con columnas de grava mediante el aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para la empresa Soletanche-Bachy Perú”, de los autores:

Roberto Chacón Álvarez, DNI: 47160573

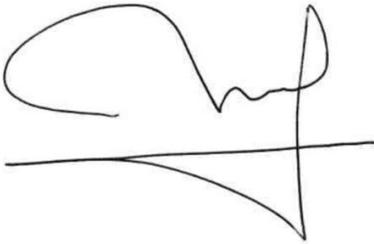
Hugo Benjamín Hidalgo Piani, DNI: 71574633

Alex Ronald Oriundo Guarda, DNI: 09781426

Gina Solange Villegas Romanet, DNI: 73015296

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 19%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 29/11/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 30 de noviembre del 2023

Apellidos y nombres del asesor: Núñez Morales, Nicolás Andrés	
DNI: 49011442	Firma 
ORCID: 0000-0003-2193-3830	

## Agradecimientos

Agradezco a mis compañeros por su compromiso y dedicación en la tesis presentada.  
También agradezco a Soletanche Bachy por el apoyo brindado.

Roberto Chacón Álvarez

Agradezco el soporte, compromiso y dedicación de mi equipo de estudio, Gina, Robert y Alex.

Hugo Benjamín Hidalgo Piani

Agradezco a Dios por permitirme participar de esta tesis con mis compañeros de equipo maestría, Gina, Roberto y Hugo por su continuo compromiso y dedicación a lo largo de este tiempo de estudio.

Alex Ronald Oriundo Guarda

Agradezco el soporte y dedicación de mi equipo de estudio, Hugo, Robert y Alex, a Dios y a mi familia.

Gina Solange Villegas Romanet

## Dedicatorias

Dedicó la presente tesis a mi hijo Noah por ser mi inspiración y motivo. A mi esposa Nina por el apoyo que me brinda día a día. A mis papás Roberto y Verónica por apoyarme en todo momento y mi hermano Adolfo siempre toda la vida.

Roberto Chacón Álvarez

Dedico esta tesis a mis padres y hermano por todo el soporte y empuje constante. A mi esposa por el apoyo que me brinda día y día.

Hugo Benjamín Hidalgo Piani

Dedico esta tesis a mis hijos Mateo y Salvador y a mi esposa Odalis por su constante empuje y apoyo en todos nuestros proyectos. A mis padres Carmen y Paulino por darme la vida y sus consejos de siempre.

Alex Ronald Oriundo Guarda

Dedico esta tesis a mis padres, hermano y abuelos por todo el apoyo incondicional, guía y motivación.

Gina Solange Villegas Romanet

## Resumen Ejecutivo

El mejoramiento de suelos es clave para construcciones de gran envergadura, especialmente en suelos con baja capacidad portante y potenciales de licuación en zonas de alta sismicidad. En el 2020, Mora señaló que el mejoramiento de suelos proporciona una mejor eficiencia en condiciones de diseño y/o carga operativa en el sitio de construcción. En este sentido, la problemática mencionada aborda la necesidad de implementar una técnica correcta de mejoramiento de suelos como columnas de RCD (residuos de construcción y demolición), bajo un enfoque de economía circular que implique la reutilización de materiales descartados. Esta problemática se identificó a través de la adaptación del proceso de *design thinking* que permitió empatizar con el usuario para dimensionar su necesidad y cómo atenderla.

La propuesta planteada es el aprovechamiento de RCD para las columnas de grava como opción de cimentación para los proyectos de Perú de la empresa Soletanche-Bachy, líder mundial en desarrollo y construcción de diversos proyectos de ingeniería civil. Dentro de la evaluación realizada del proyecto, se identifica su viabilidad dado que constituye una atractiva alternativa para la empresa como para sus clientes en términos de resultados, costos y escalabilidad. Además, esta propuesta constituye una solución para el desarrollo de infraestructuras más sostenibles, impacta positivamente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas N° 9, Industrias, Innovación y Estructuras y el N°11, Ciudades y Comunidades Sostenibles, respectivamente. Finalmente, el análisis de flujo del intra-emprendimiento determina un VAN financiero de S/. 1'727,031, un TIR del 56.4%, un payback de 1.5 años y un VAN Social que asciende a S/. 2'542,804, con lo que se concluye que el proyecto es viable desde el aspecto financiero y social.

## Abstract

Soil improvement is crucial for large-scale construction, especially in areas with low bearing capacity and high liquefaction potential due to seismic activity. Mora in 2020 noted that soil improvement boosts efficiency in design conditions and operational loads at construction sites, enabling different types of construction activities.

This study identifies the need for an appropriate soil improvement technique, including columns built with (Construction and Demolition Waste-CDW) within a circular economy framework that promotes the recycling of discarded materials. A design thinking approach was used to empathize with the user and identify their needs and how to meet them.

This proposal suggests using CDW to construct gravel columns as a soil improvement option for the projects in Peru of Soletanche-Bachy, a world leading company that designs and constructs civil engineering projects. The feasibility study confirms the project's viability as it offers an economical alternative for the company and its clients in terms of results, costs, and scalability.

Furthermore, the proposal contributes towards United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) No. 9, Industry, Innovation and Structures, and No. 11, Sustainable Cities and Communities, as it offers a sustainable infrastructure solution with minimal environmental impact, meeting the increased demand in construction due to population growth.

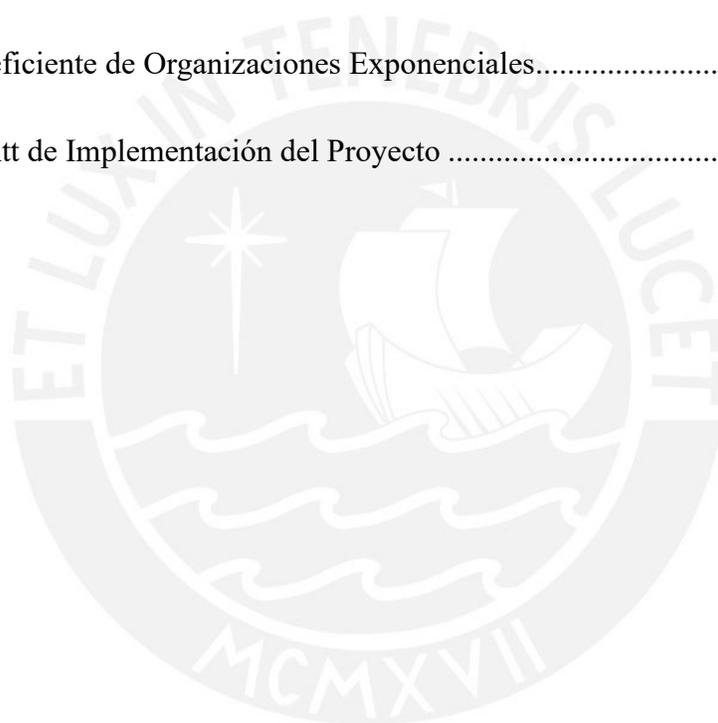
The internal cash flow analysis confirms the project's financial and social viability, with a Net Present Value of S/. 1'788,266.00, an Internal Rate of Return of 47.4%, a Payback period of 1.7 years, and a Social Net Present Value of S/. 2'542,804.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>xi</b>
Capítulo I. Definición del Problema .....	1
1.1 Contexto del Problema .....	1
1.2 Presentación del Problema .....	4
1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema .....	5
Capítulo II. Análisis del Mercado .....	7
2.1 Descripción del mercado o industria .....	7
2.2 Descripción del mercado o industria .....	10
Capítulo III. Investigación del Usuario .....	12
3.1 Perfil del Usuario .....	12
3.2 Mapa de Experiencia del Usuario .....	16
3.3 Identificación de la Necesidad .....	17
Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio .....	18
4.1 Concepción del Producto o Servicio .....	18
4.3 Carácter Innovador o Novedoso del Producto o Servicio .....	20
4.4 Propuesta de Valor .....	21
4.5 Producto Mínimo Viable: Prototipado y Testeo .....	22
Capítulo V. Modelo de Negocio .....	25

5.1	Lienzo del Modelo de Negocio .....	25
5.3	Escalabilidad y Exponencialidad del Modelo de Negocio.....	27
5.4	Sostenibilidad del Modelo de Negocio .....	27
Capítulo VI. Plan de Negocios: Solución Deseable, Factible y Viable .....		29
6.1	Validación de la Deseabilidad de la Solución.....	29
6.1.1	Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución.....	30
6.1.2	Experimentos Empleados para Validar las Hipótesis .....	30
6.2	Validación de la Factibilidad de la Solución.....	32
6.2.1	Plan de Marketing.....	32
6.2.2	Plan de Operaciones.....	38
6.3	Validación de la Viabilidad de la Solución.....	42
6.3.1	Presupuesto de Inversión .....	43
6.3.2	Análisis financiero.....	45
Capítulo VII. Solución Sostenible.....		53
7.1	Relevancia Social de la Solución .....	53
7.2	Rentabilidad Social de la Solución .....	57
Capítulo VIII. Decisión e Implementación .....		60
8.1	Plan de Implementación y Equipo de Trabajo .....	60
8.2	Conclusión.....	60
8.3	Recomendación .....	61

Referencias .....	62
Apéndices .....	68
Apéndice A: Preguntas para Entrevista – Perfil del usuario .....	68
Apéndice B: Preguntas para Entrevista – proyecto Soletanche Bachy .....	70
Apéndice C: Cotización de Piedra Chancada – Constructora ARX .....	71
Apéndice D: Cotización de RCD - Ciclo .....	72
Apéndice E: Coeficiente de Organizaciones Exponenciales.....	73
Apéndice F: Gantt de Implementación del Proyecto .....	79



## Lista de Tablas

Tabla 1	<i>Necesidades Identificadas</i> .....	17
Tabla 2	<i>Hipótesis de deseabilidad de la solución</i> .....	30
Tabla 3	<i>Validación de Hipótesis 1 y 2</i> .....	31
Tabla 4	<i>Validación de Hipótesis 3, 4, 5 y 6</i> .....	32
Tabla 5	<i>Presupuesto de Marketing Anualizado</i> .....	35
Tabla 6	<i>Ventas Esperadas y Presupuesto de Marketing Anualizado</i> .....	36
Tabla 7	<i>Análisis CAC y VTVC</i> .....	36
Tabla 8	<i>Simulación Montecarlo Plan de Marketing</i> .....	37
Tabla 9	<i>Estimación de Ventas – 5 años</i> .....	41
Tabla 10	<i>Detalle de la inversión</i> .....	43
Tabla 11	<i>Inputs de Valor para el Análisis Financiero</i> .....	44
Tabla 12	<i>Proyección de ventas anuales en Soles</i> .....	45
Tabla 13	<i>Flujo de Caja Económico Anual en soles</i> .....	45
Tabla 14	<i>Flujo de Caja Financiero Anual en Soles</i> .....	46
Tabla 15	<i>Balance General de la Línea de Negocio de RCD</i> .....	47
Tabla 16	<i>Simulación Montecarlo para Viabilidad Financiera</i> .....	48
Tabla 17	<i>Flujo de Efectivo</i> .....	50
Tabla 18	<i>Resultados de Validar las Hipótesis de Negocio</i> .....	52
Tabla 19	<i>Impacto del Proyecto en los ODS</i> .....	54
Tabla 20	<i>Impacto del Proyecto en las metas del ODS 9</i> .....	54
Tabla 21	<i>Impacto del Proyecto en las Metas del ODS 11</i> .....	55
Tabla 22	<i>Cálculo del VAN Social</i> .....	59

Tabla A1 Preguntas para entrevista – Perfil de usuario..... 68

Tabla B1 Preguntas para entrevista – Proyecto Soletanche Bachy.....70



## Lista de Figuras

Figura 1 <i>Perspectivas macroeconómicas del Ministerio de Economía y Finanzas</i> .....	7
Figura 2 <i>Matriz de Competidores</i> .....	11
Figura 3 <i>Lienzo Meta Usuario</i> .....	14
Figura 4 <i>Mapa de Empatía</i> .....	15
Figura 5 <i>Mapa Experiencia del Usuario</i> .....	16
Figura 6 <i>Matriz Costo-Impacto</i> .....	20
Figura 7 <i>Lienzo de la Propuesta de Valor</i> .....	22
Figura 8 <i>Prototipo Sin Mejoramiento</i> .....	23
Figura 9 <i>Prototipo Con Mejoramiento</i> .....	24
Figura 10 <i>Lienzo de Modelo del Negocio</i> .....	26
Figura 11 <i>Priorización de Hipótesis</i> .....	29
Figura 12 <i>Histograma de la Simulación del Plan de Marketing</i> .....	37
Figura 13 <i>Flujo de proceso</i> .....	39
Figura 14 <i>Histograma de la Simulación de la Viabilidad Financiera</i> .....	49
Figura 15 <i>Fluorishing Business Model Canvas</i> .....	56
Figura F1 <i>Proyecto Mejoramiento con RCD</i> .....	79

## Capítulo I. Definición del Problema

En el presente capítulo se identifica el problema social relevante, relacionado a los riesgos asociados a la condición de licuación del suelo en la costa del Perú y la necesidad de plantear una solución sostenible para el mejoramiento de suelos, aspecto que cobra mayor relevancia aún en un panorama de crecimiento del sector construcción.

### 1.1 Contexto del Problema

El proceso de construcción de grandes estructuras tiene como base la implementación de la técnica de mejoramiento de suelos para la cimentación y asegurar la estabilidad, especialmente en terrenos con alto riesgo de licuación. El riesgo de licuación de suelos está presente en terrenos arenosos con presencia de nivel freático que al tener una excitación dinámica tienen a perder su capacidad portante, lo que implica que la licuación es una de las amenazas más destructivas para las estructuras durante un terremoto (Bahadori et al., 2018).

Durante los terremotos, el movimiento del terreno puede causar una pérdida de la firmeza o rigidez del suelo que da como resultados desplome de edificaciones, deslizamientos de tierra, entre otros a causa de la licuación de suelos (Sánchez, 2013). Asimismo, son muy proclives a daño por licuefacción de suelos, grandes estructuras como puentes, tuberías y edificios (Kramer, 1996).

De acuerdo a la Comisión de la Unión Europea, los terremotos han sido los fenómenos naturales más mortíferos, con casi 19,000 muertes y pérdidas de €29 billones en Europa en la última década, por lo que se tiene como prioridad identificar las causas y la mejor manera de minimizar los impactos (European Commission, s.f.).

Adicionalmente, el desarrollo urbano también supone un alto impacto ambiental y en la salud ante la generación de residuos durante y después del proceso de construcción, conocidos

como Residuos de Construcción y Demolición o RCD, en adelante. En este sentido, la demanda por esta solución se incrementa ante el visible auge inmobiliario y de construcción en Perú y particularmente en Lima.

La clasificación y/o categorías de residuos sólidos de la construcción y demolición RCD con base a principales fuentes se definen a continuación. Poon et al. (2001) propuso clasificar los RCD en cinco categorías: materiales de obras viales, suelo excavado, residuos de demolición, residuos de despejes, y residuos de renovaciones. Laquatra y Pierce (2002) los catalogaron en residuos inertes, putrescibles y químicos. Fatta et al. (2003) los clasificaron en materiales de excavación, materiales de mantenimiento y planificación de carreteras, materiales de demolición, y materiales de residuos de trabajos en sitio. Finalmente, Jaillon et al. (2008) y Lu et al., (2006) los catalogaron en inertes y no inertes. La Directiva Marco de Residuos (DMR) 2008/98/CE (European Parliament, 2008) definió como residuo “cualquier sustancia y objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse”.

Los RCD se pueden definir como “materiales o sustancias sólidas o semisólidas generadas en la ejecución de obras de infraestructura, habilitaciones urbanas y/o edificaciones, que deben ser gestionados y manejados priorizando su valorización y en último caso, su disposición final”, de acuerdo con el Ministerio de Vivienda (2022). Asimismo, los RCD se clasifican en dos tipos: material de descarte (pétreo, arenas, tierra) y Residuos Sólidos de Construcción y Demolición. Dentro de este segundo grupo se encuentran los Excedentes de Obras y Escombros no peligrosos aprovechables como concretos y derivados, cerámicos, asfaltos, metálicos y otros residuos similares a los residuos municipales típicos como papeles, vidrios, cartones, de acuerdo D.S. N° 002-2022 del Ministerio de Vivienda (2022).

Los RCD son uno de los residuos de más rápido crecimiento debido al proceso de desarrollo económico y urbanización, a nivel global y se estima que los RCDs representan al menos 30% de los desechos generados en el mundo (Soto-Paz et al., 2023). A pesar de que no hay un consenso sobre una cifra exacta de la cantidad de RCDs producidos a nivel global, sólo en China el estimado anual al 2020 fue de 2.5 billones de toneladas generadas, y se estima que entre 30-40% de los RCD provenientes de edificios corresponden a concreto. A manera de referencia, la Comisión Europea estima que los RCD representan un tercio de los residuos generados en dicha región (European Commission, s.f.).

En Perú, solo en Lima, hacia el 2017 se estimaba que se generaban 19 mil toneladas de desmonte o Residuos de Construcción y Demolición (RCD) al día y que 70% tenía como destino mar o ríos, de acuerdo con el diario El Comercio (León, 2017). A pesar de contar con legislación en Perú como el Decreto Supremo N° 002-2022 del Ministerio de Vivienda referente al reglamento de gestión y manejo de residuos sólidos de construcción y demolición o la Ley N°27314 General de Residuos Sólidos del Ministerio del Ambiente, la limitada fiscalización y el panorama informal del sector en el país decanta en la persistencia en un manejo ineficiente de RCD y posibles afecciones a la salud. Por ello, hay una necesidad latente para implementar políticas que impulsen la economía circular.

Por un lado, se tiene oportunidades de utilizar material reciclado como RCD que involucra un menor costo que el uso de grava convencional y se tienen ventajas económicas por disminución de impuestos en el caso de la regulación tributaria de cada país (Ashraf Tearal et al., 2018). Por otro lado, si bien se ha comenzado a valorar este insumo con el tratamiento de agregados, aún no se realiza el reciclaje al 100%, existiendo mucho potencial para el aprovechamiento para el mejoramiento de suelos y la disminución de los recursos naturales

finitos (Villagran-Zaccardi et al., 2022). En este sentido, el RCD representa un material de prometedor uso para mejorar la cimentación de terrenos blandos y con potencial de licuación.

Estos aspectos son especialmente importantes para Perú, país en desarrollo donde los procesos de expansión urbana o conexión entre ciudades exigen la construcción de edificios, residencias, pavimentación y mantenimiento urbano, carreteras, entre otros, generando a su vez gran cantidad de RCD que podrían reutilizarse, reciclarse o recuperarse disminuyendo el agotamiento de los recursos naturales locales (Hackenhaar et al., 2019).

## **1.2 Presentación del Problema**

Perú es un país con una geografía variada y altamente sísmica: el 70% de los sismos registrados la primera mitad del 2021 se originaron en la costa y que en suelos compactados se atenúan las ondas sísmicas y sus posibles efectos, de acuerdo con el Instituto Geofísico del Perú (El Peruano, 2022). En este sentido, para la planificación de grandes construcciones, una adecuada cimentación es esencial para garantizar la durabilidad estructural a largo plazo y pérdidas económicas y humanas producto de la licuación de suelos causados por eventos sísmicos, por lo que las columnas de grava son una alternativa para enfrentar este problema.

Las columnas de grava son un método de mejoramiento de suelos construidos mediante la excavación de un pozo vertical, relleno en capas compactadas de grava que llegan hasta el nivel del piso (Milian, 2005). En países sísmicos, con terrenos arenosos y presencia de nivel freático, pueden sufrir riesgo de licuación de suelos. La licuación de suelos es un fenómeno del terreno de cimentación el cual pierde toda capacidad de soporte de la estructura lo que conlleva en colapsos parciales o totales de edificaciones. La eficiencia de las columnas de grava en la mitigación de la licuación de suelos está comprobada a través de estudios numéricos en 3D y ensayos especializados (Chaloulos et al., 2023). Las columnas de grava pueden utilizarse para

aumentar la resistencia al cizallamiento de los suelos blandos, acelerar su consolidación y reducir la posibilidad de licuefacción del suelo (Ahmed et al., 2023). En la presente tesis se plantea utilizar material del tipo RCD en lugar de grava convencional.

La cimentación con columnas de grava compactada en orificios perforados en el subsuelo es una técnica utilizada mayormente en grandes infraestructuras para mejorar la capacidad portante del suelo y la mitigación de su licuación. Por ello, el proyecto propuesto se centra en aprovechar los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para la cimentación mediante columnas de grava de proyectos particulares realizados por la empresa Soletanche-Bachy sede Perú, minimizando el impacto ambiental y al mismo tiempo creando estructuras más duraderas.

Cabe resaltar que estudios especializados demuestran que la capacidad portante del suelo utilizando columnas de RCD en otros países incrementa en un 155%, en comparación a un 117% de incremento con la utilización de grava convencional, avalando la alta eficiencia y confiabilidad de la solución (Vacanas et al., 2020). Asimismo, estudios de la Universidad de Mumbai sugieren utilizar RCD provenientes de construcciones debido a tres ventajas: el uso de RCD genera un impacto positivo en el medio ambiente, permite crear estructuras cimentadas en estratos más firmes ya que el suelo cercano a las columnas se densifica y las columnas de RCD puedan funcionar como drenaje cuando el nivel de agua es alto (Tadolge et al., 2021).

### **1.3 Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema**

Como se mencionó anteriormente, se estima que el 70% de los RCD en Perú, terminan en mares y ríos, causando contaminación en la flora y fauna acuática y de la zona. Bajo esta problemática, existen algunos esfuerzos desde el sector privado para aprovechar dichos materiales. Por un lado, la empresa Cajas Ecológicas, autorizada por el Ministerio de Ambiente, ofrece el servicio de recolección, transporte y valorización de residuos de construcción y

demolición mediante contenedores en obras de construcción. Cajas Ecológicas sostiene que se logra aprovechar hasta un 76.82 % de los residuos recolectados, siendo la primera planta de transferencia de residuos sólidos de construcción y demolición en el Perú (Cajas Ecológicas, s.f.).

Por otro lado, la empresa Ciclo ofrece el servicio integral de gestión de Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) a través de la valorización y fabricación de nuevos materiales ecológicos para la construcción, como adoquines, ladrillos o agregados reciclados, utilizados en construcción para unión de ladrillos y relleno de suelos. Asimismo, destacan la utilidad para proyectos que busquen una certificación LEED (Líder en Eficiencia Energética y Diseño sostenible) o Mi Vivienda Sostenible (Ciclo, s.f.).

Tanto Cajas Ecológicas como Ciclo están orientados a transformar los RCD en alternativas de materiales de construcción. No obstante, la propuesta de cimentación con columnas de grava con RCD se enfoca en ofrecer una nueva alternativa en mejoramiento de suelos en el país, con una orientación hacia una economía circular. De esta manera, se genera un impacto positivo en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas N° 9 Industria, Innovación e infraestructuras– metas 9.1, 9.2 y 9.3, relacionadas al desarrollo de estructuras de calidad, promoviendo una industrialización inclusiva e involucrando a actores de distintas dimensiones en dicho proceso, y en el Objetivo N°11 Industrias, Innovación y Estructuras y el, Ciudades y Comunidades Sostenibles, para las metas 11.5 y 11.6 y 11.a, relacionadas a reducir el número de muertes causadas por desastres y reducir el impacto ambiental.

## Capítulo II. Análisis del Mercado

En el presente capítulo se detalla el marco competitivo del mercado de mejoramiento de suelos en Perú y la oportunidad de innovación en este sector con la propuesta de la reutilización de RCD para la fabricación de columnas de grava, tomando en cuenta la necesidad del servicio ante los riesgos de licuación del suelo en territorio peruano.

### 2.1 Descripción del mercado o industria

En primera instancia, es importante considerar los aspectos macroeconómicos del sector construcción en Perú, el cual representa en promedio el 5.1% del total del PBI del Perú según proyecciones macroeconómicas del MEF. Para el 2024 se estima un crecimiento del PBI de dicho sector de 3.5% (Ver Figura 1). Por ende, es visible el potencial de crecimiento hacia la necesidad de soluciones eficientes de mejoramiento de suelos.

**Figura 1**

*Perspectivas macroeconómicas del Ministerio de Economía y Finanzas*

Demanda interna y PBI (Var. % real anual)								PBI por sectores (Var. % real anual)							
	Estructura % del PBI 2022	2022	2023	2024	2025	2026	Promedio 2024-2026	Peso del año base 2007	2022	2023	2024	2025	2026	Promedio 2024-2026	
<b>I. Demanda interna<sup>1</sup></b>	<b>99,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>3,1</b>	<b>Agropecuario</b>	<b>6,0</b>	<b>4,3</b>	<b>0,8</b>	<b>3,6</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>
<b>1. Gasto privado</b>	<b>85,2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	Agrícola	3,8	5,5	0,8	3,8	4,1	4,1	4,0
a. Consumo privado	64,9	3,6	2,5	3,1	3,1	3,1	3,1	Pecuario	2,2	2,4	0,7	3,2	3,2	3,2	3,2
b. Inversión privada	20,3	-0,5	-0,5	3,0	3,0	3,0	3,0	<b>Pesca</b>	<b>0,7</b>	<b>-13,7</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>5,5</b>	<b>2,0</b>	<b>3,9</b>
<b>2. Gasto público</b>	<b>17,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>2,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>	<b>3,0</b>	<b>3,2</b>	<b>Minería e hidrocarburos</b>	<b>14,4</b>	<b>0,3</b>	<b>5,9</b>	<b>4,0</b>	<b>2,4</b>	<b>2,1</b>	<b>2,8</b>
a. Consumo público	12,5	-3,4	1,6	1,9	1,5	1,5	1,6	Minería metálica	12,1	-0,2	6,1	4,0	2,3	2,0	2,8
b. Inversión pública	5,1	7,1	6,0	7,5	7,0	6,5	7,0	Hidrocarburos	2,2	4,0	4,7	4,0	2,8	3,2	
<b>II. Demanda externa neta</b>								<b>Manufactura</b>	<b>16,5</b>	<b>1,0</b>	<b>2,4</b>	<b>3,7</b>	<b>3,1</b>	<b>2,8</b>	<b>3,2</b>
<b>1. Exportaciones<sup>2</sup></b>	<b>28,9</b>	<b>5,4</b>	<b>3,6</b>	<b>5,6</b>	<b>4,6</b>	<b>3,9</b>	<b>4,7</b>	Primaria	4,1	-2,9	6,3	6,2	3,8	2,7	4,2
<b>2. Importaciones<sup>2</sup></b>	<b>28,5</b>	<b>4,0</b>	<b>2,0</b>	<b>4,6</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>	<b>4,1</b>	No primaria	12,4	2,3	1,1	2,9	2,9	2,9	
<b>III. PBI</b>	<b>100,0</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>Electricidad y agua</b>	<b>1,7</b>	<b>3,9</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>
								<b>Construcción</b>	<b>5,1</b>	<b>3,0</b>	<b>0,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>
								Comercio	10,2	3,3	2,3	2,6	2,6	2,6	2,6
								Servicios	37,1	3,3	2,1	3,5	3,5	3,4	3,4
								<b>PBI</b>	<b>100,0</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>
								<b>PBI primario</b>	<b>25,2</b>	<b>0,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,2</b>	<b>3,1</b>	<b>2,7</b>	<b>3,3</b>
								<b>PBI no primario<sup>3</sup></b>	<b>66,5</b>	<b>3,2</b>	<b>1,9</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>	<b>3,3</b>

1/ Incluye inventarios. 2/ De bienes y servicios no financieros. 3/ No considera derechos de importación ni otros impuestos.  
Fuente: BCRP, INEI y proyecciones MEF.

*Nota: Tomado de Perspectivas macroeconómicas del Ministerio de Economía y Finanzas (p.30), Ministerio de Economía y Finanzas, 2023.*

En segunda instancia, la posición geográfica del Perú representa un factor crucial en la demanda de soluciones de mejoramiento de suelos, dado que la costa sudamericana es una de las

zonas de mayor actividad sísmica del mundo al encontrarse en el “cinturón de fuego del Pacífico”, región donde la ocurrencia de sismos de gran intensidad es periódica en el tiempo. Por ejemplo, el terremoto señalado como el más fuerte de la historia con una magnitud de 9.5° en escala de Richter se registró al sur de Chile, en Valdivia, originando al menos 2,000 pérdidas humanas (Montejo, 2023). Perú también es especialmente proclives a estos fenómenos sísmicos, como sucedió con el terremoto de Pisco 2007, originando más de 500 fallecimientos e innumerables pérdidas materiales que hasta la fecha no han sido subsanadas (Instituto de Geofísica del Perú, 2014).

Desde el punto de vista del desarrollo de las ciudades y de la infraestructura del país, es importante tomar consciencia del territorio habitado, y es así como se debe contemplar la naturaleza de los sismos en los diseños de las edificaciones del medio. Como parte del desarrollo de la ingeniería civil, es posible diseñar estructuras que cumplan ciertos objetivos de desempeño tomando en cuenta la sismicidad de una región.

Las normas de diseño peruana sismorresistente como la norma NTPE030 – Norma Técnica Peruana emitida por el Ministerio de Vivienda (Decreto Supremo N° 003-2016-Vivienda, enero 2016), indica que una estructura de tipo común como una vivienda no deberá colapsar frente a un evento sísmico severo. Es decir, se definen ciertos objetivos de desempeño de las estructuras frente a sismos. Dichos valores están relacionados al riesgo sísmico, que es la unión de dos conceptos: peligro y vulnerabilidad sísmica. Se entiende como peligro sísmico, la probabilidad de exceder ciertas aceleraciones sísmicas de diseño en estructuras, por lo que se puede decir que el peligro sísmico en el Perú es elevado (Bolaños y Monroy, 2004).

La vulnerabilidad sísmica se define como la predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico según sus atributos físicos y estructurales, así como

calidad de los materiales, diseño y controles en la construcción (Universidad Nacional de Ingeniería, 2019). Para poder reducir la vulnerabilidad sísmica es importante tomar ciertas medidas en las estructuras desde conceptos basados en diseño de las cimentaciones de las estructuras y del diseño estructural de la superestructura de las edificaciones como diseño de elementos estructurales de vigas, columnas o placas.

Con el fin de reducir el riesgo, es necesario limitar el peligro sísmico y reducir la vulnerabilidad estructural para poder cumplir con los objetivos de diseño. El Perú presenta una alta actividad sísmica hacia la costa del Pacífico, que es donde el tipo de terrenos en su mayoría son arenas saturadas que tienen problemas de licuación, como el ocurrido en el último sismo de gran magnitud en Pisco 2007, que causó 527 muertes y gastos por 139,1 millones de dólares (Revista Médica Herediana, 2009). La licuación de suelos es un problema geotécnico que se presenta generalmente en terrenos arenosos saturados con ciertos contenidos finos. La costa del Perú presenta grandes zonas con problemas de licuación de suelos y como consecuencia se tiene una pérdida de la capacidad portante del terreno generando asentamientos diferenciales en las estructuras, desencadenando colapsos totales y parciales.

Debido a que la costa es una de las zonas de mayor desarrollo económico del país existe la necesidad de generar edificaciones en zonas de alta sismicidad y en suelos con potenciales problemas de licuación generando la necesidad de tratarlos.

Soletanche Bachy Perú es una empresa transnacional que diseña y construye soluciones geotécnicas para poder cimentar edificaciones sobre ellas. Como parte del sistema de mejoramiento de suelos se plantea una nueva solución basada en la construcción de columnas de grava, producto de materiales de desmonte del tipo RCD. Las columnas de RCD servirían para aliviar los esfuerzos de corte en el terreno producto de posibles sismos y con ello reducir los

potenciales daños de licuación de los suelos y deberán cumplir con ciertos parámetros de granulometría como de resistencia y dureza propios de su diseño.

## **2.2 Descripción del mercado o industria**

Como parte del análisis competitivo del sector se tiene dos familias de soluciones para tratar suelos con potencial de licuación. Por un lado, está el uso de cimentaciones profundas y, por otro lado, las técnicas de mejoramiento de suelos. Las cimentaciones profundas son una clase de cimentación pensada para solucionar la transmisión de cargas a los sustratos más resistentes de suelo. El desarrollo de este tipo de cimentaciones requiere de una maquinaria específica, así como de técnicas de excavación y evacuación del material obtenido (Posada, 2023). De manera complementaria (Gaviria, Gómez y Thomson, 2008) mencionaron que las cimentaciones profundas son usadas con el fin de brindar estabilidad a una variedad de estructuras. Dentro de las técnicas de cimentaciones profundas se tienen los pilotes de concreto armado o prefabricados que sirven para transmitir la carga de las estructuras a estratos profundos y evitar que éstos estén apoyados sobre suelo con potencial de licuación.

Las técnicas de cimentaciones profundas son ampliamente usadas en el Perú y existen varios proveedores para su ejecución como Pilotes Terratest Perú, Incotec, Soletanche Bachy, dentro de los principales. Además, existen las técnicas basadas en mejoramiento de suelos, las cuales en el Perú tienen un tiempo corto de haber sido introducidas en el mercado de soluciones geotécnicas. Como técnicas de mejoramiento del terreno se tienen columnas grava, inclusiones rígidas y columnas de módulo controlado, a base de cemento y arena.

Dentro de las principales empresas en Perú enfocadas en el mejoramiento del terreno se encuentran Menard, Emin y Soletanche Bachy Perú. Las soluciones del tipo de cimentación profunda son mucho más costosas que las soluciones basadas en el mejoramiento del terreno,

ésta es la causa por la cual las técnicas de mejoramiento se están introduciendo cada vez más al mercado peruano. Desde el punto de vista de la relación costo-beneficio, las columnas de grava, especialmente si se construyen a base de RCD, son las opciones más económicas y rápidas en ejecución. Por ello, la escalabilidad de las columnas de RCD en el Perú es factible.

En la Figura 2, se puede observar la participación de ventas en el mercado peruano en el segmento de soluciones a problemas de licuación de suelos. Se muestra en términos porcentuales por aspectos de confidencialidad.

**Figura 2**

*Matriz de Competidores*



### Capítulo III. Investigación del Usuario

Habiendo identificado el problema social relevante e identificado el panorama actual del mercado, es pertinente definir el perfil del usuario. En el capítulo a continuación se define al usuario y cliente como la entidad que contrata a Soletanche Bachy Perú para los servicios de mejoramiento de suelo con base a columnas de RCD. Para identificar potenciales usuarios, se indagó entre expertos del rubro para dimensionar la necesidad de la solución, por lo que se contactó a profesionales vinculados a empresas inmobiliarias y de construcción. En este sentido, se entrevistó a un representante de una empresa inmobiliaria y a un empresario del rubro de construcción. También se entrevistó al Gerente de Ingeniería de Soletanche Bachy, con la finalidad de contar con retroalimentación interna y validar el interés de implementación de la alternativa de solución de mejoramiento de suelos

#### 3.1 Perfil del Usuario

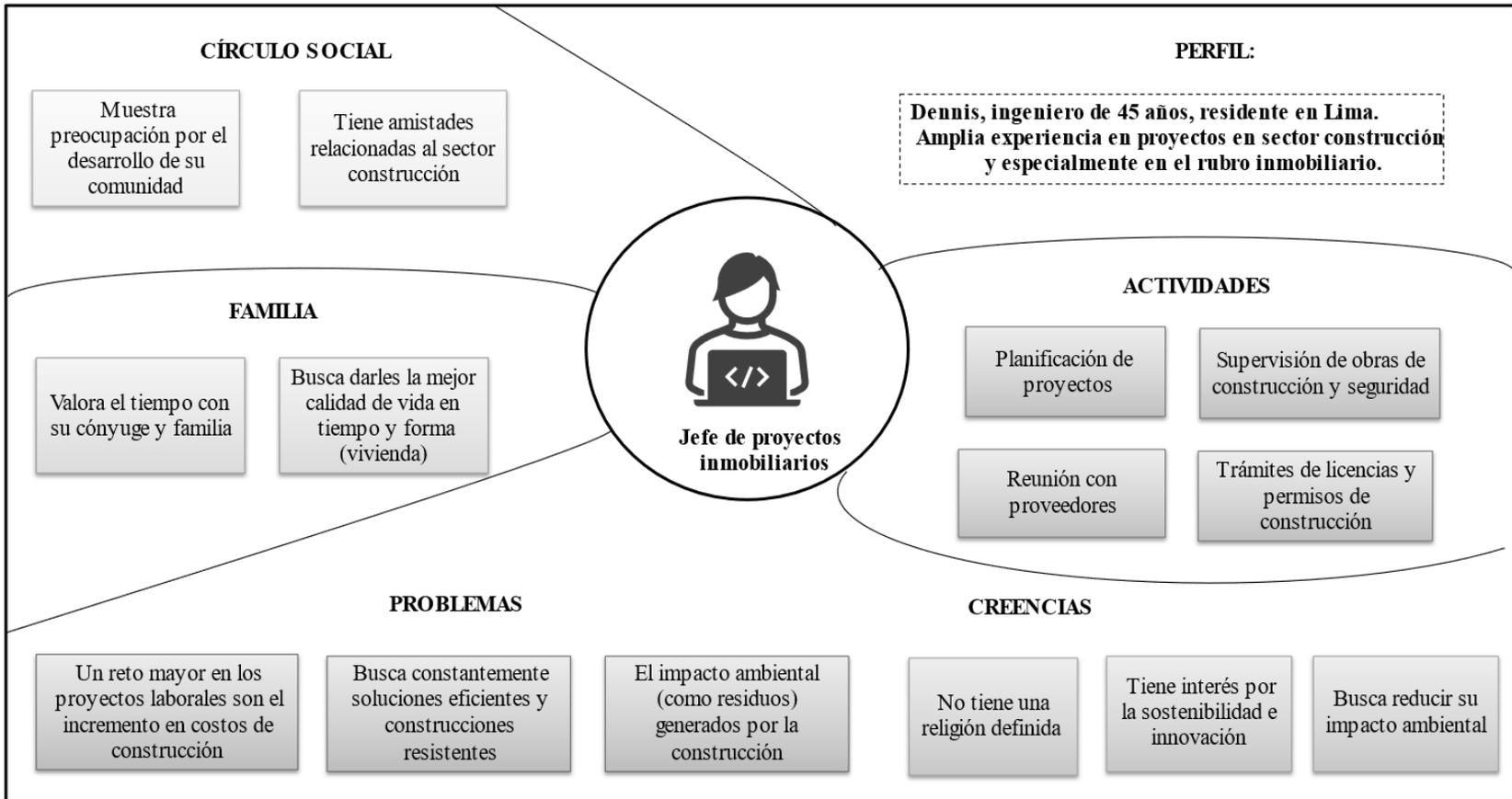
Para identificar potenciales usuarios, se indagó entre expertos del rubro para dimensionar la necesidad de la propuesta, por lo que se contactó a profesionales vinculados a empresas inmobiliarias y de construcción. Se entrevistó a un representante de una empresa inmobiliaria y a un empresario del rubro de construcción. También se entrevistó al Gerente de Ingeniería de Soletanche Bachy, con la finalidad de contar con retroalimentación interna y validar el interés de implementación de la alternativa de solución de mejoramiento de suelos. Para las entrevistas, se realizó una guía de preguntas generales para conocer los principales intereses de la propuesta y obtener retroalimentación de especialistas sobre la viabilidad en el mercado. El usuario se caracteriza por encontrarse relacionado al rubro inmobiliario y construcción tal como se menciona en el punto anterior. La Figura 3, Lienzo Meta Usuario, engloba el perfil general del usuario, representado por Dennis.

Con el fin de recopilar información que permita conocer el perfil del usuario, se realizaron 21 preguntas, detalladas en el Apéndice A. La primera etapa de las preguntas realizadas (Preguntas del 1 al 7) está enfocada en conocer el proceso actual que utiliza o subcontrata el usuario en el mejoramiento de suelos, posteriormente el segundo grupo de preguntas (del 8 al 12) se enfoca en conocer las limitaciones del proceso actual y finalmente el tercer grupo de preguntas (del 13 al 21), se centra en las posibles alternativas de solución frente a las limitaciones comentadas por el usuario.

Como resultado de las entrevistas, se observa que se tiende a subcontratar empresas especialistas para el mejoramiento de suelos, los cuales utilizan técnicas convencionales, sin aprovechamiento de residuos ni aplicación de economía circular. En este sentido, los entrevistados se mostraron totalmente abiertos al uso de alternativas no tradicionales para el mejoramiento de suelos, en la medida que se sustente la confiabilidad del servicio. En cuanto al conocimiento de alternativas no convencionales de mejoramiento de suelos, los encuestados tienen limitado conocimiento de esta nueva alternativa, pero están abiertos a la aplicación de ésta si se cuenta con los sustentos correspondientes. En cuanto a las razones por las que el usuario estaría dispuesto a utilizar alternativas no convencionales fueron principalmente a nivel económico y medio ambiental. Los usuarios entrevistados muestran que tienen en consideración el aspecto ambiental y son conscientes de la situación de contaminación que generan los residuos de construcción y el impacto positivo que generaría la reutilización de estos residuos. De igual manera, es importante mencionar que, dentro de los comentarios recibidos de los usuarios, indicaron que actualmente existen requerimientos de clientes finales sobre el uso de materiales reciclados en los procesos de construcción, por lo que otra motivación fundamental es satisfacer las necesidades del cliente final con alternativas eco-amigables.

**Figura 3**

*Lienzo Meta Usuario*



Respecto a la entrevista interna con el Gerente de Ingeniería, se realizó con el enfoque de tener el conocimiento interno de la empresa Soletanche-Bachy, detallada en el Apéndice B.

Con base a la experiencia del usuario, en el mercado peruano la alternativa de solución con mayor aplicación son las columnas de grava y en cuanto a la competitividad de la solución de columnas de grava, es importante mencionar que es la mejor propuesta a nivel técnico, pero a nivel económico no es una de las más competitivas, ya que depende en general del costo de la grava y del stock del proveedor. A nivel de aplicación interna de la solución de columnas de grava con material reciclado, la empresa Soletanche-Bachy se encuentra totalmente abierta al uso, ya que a nivel ambiental el impacto tiene una proyección positiva muy importante, pero se debe tener en cuenta que la disponibilidad de residuos de construcción es un factor fundamental. La Figura 4, Mapa de Empatía, refleja la perspectiva de los usuarios entrevistados.

**Figura 4**

*Mapa de Empatía*

## Mapa de Empatía



### 3.2 Mapa de Experiencia del Usuario

Una de las herramientas que se utilizó para profundizar en el conocimiento del usuario final fue el mapa de experiencia de usuario, el cual, de forma visual, ayudará a comprender las distintas etapas del proceso. En la Figura 5 se detalla la recopilación del total de las entrevistas, tomando en cuenta las características similares que compartieron.

**Figura 5**

*Mapa Experiencia del Usuario*

#### Storyboard / Momentos / Acciones

	Motivación	Evaluación de la solución	Planificación	Ejecución
---	------------	---------------------------	---------------	-----------

#### Pensamientos

	Necesidad del mejoramiento de suelo	Evaluación de la alternativa columna de grava RCD	Planificación del proyecto	Implementación de la solución
---	-------------------------------------	---	----------------------------	-------------------------------

#### Emociones

				
---	---	---	---	---

**Momentos neutros:** Se rescató de los comentarios de los usuarios, que los suelos de Perú en su mayoría requieren de mejoramiento de suelos, por lo que la aplicación de alternativas de solución tiene que estar presupuestada dentro del proyecto total.

**Momentos positivos:** Debido al gran potencial de la alternativa de mejoramiento de suelos con el uso de RCD, los usuarios están dispuestos a subcontratar con especialistas por dos razones en específico: aprovechamiento de los RCD y el gran impacto positivo hacia el medio ambiente. De la misma manera, dentro de la planificación y ejecución hacen mención que mientras que la

empresa especialista cuente con la experiencia y certificaciones correspondientes para el uso de RCD en el mejoramiento de suelos, ellos están dispuestos al uso de la alternativa planteada.

### 3.3 Identificación de la Necesidad

Sobre la base de las entrevistas realizadas al usuario objetivo, se observa que éste tiene una serie de necesidades respecto al servicio de mejoramientos de suelo, resumido en la Tabla 1.

**Tabla 1**

Necesidades Identificadas

Comentario del usuario	Necesidad relacionada
Actualmente la reutilización de residuos del proceso de demolición de un edificio no es aprovechable	Reutilización de productos de residuos de construcción y demolición
El precio por los servicios de mejoramiento de suelos con alto impacto técnico es alto	Alternativas de mejoramiento de suelos con alto impacto técnico y competitivos
En la actualidad no existen servicios de mejoramiento de suelos que utilizan residuos de construcción y demolición.	Alternativas de servicios de mejoramiento de suelos con uso de material reciclado de construcciones y demoliciones.
En Lima hay una necesidad de mejoramiento de suelos importante	Alternativas de mejoramiento de suelos con alto impacto y precios competitivos,
Se requiere de empresas especializadas para el servicio de mejoramiento de suelos	Empresa especializada a nivel internacional y local en servicios de mejoramiento de suelos.

## Capítulo IV. Diseño del Producto o Servicio

En la presente sección, se desarrolla la propuesta de valor como solución al problema social relevante, elaborada en el marco de la metodología *design thinking*. Asimismo, se muestra el prototipo de referencia en el que se evidencia el incremento de la capacidad portante en suelos en los que se han aplicado técnicas de mejoramiento, como columnas de grava.

### 4.1 Concepción del Producto o Servicio

Siendo el Perú una zona altamente sísmica, y que dentro del departamento de Lima se encuentran distritos que presentan suelos altamente vulnerables debido a la presencia de arena y corrientes de agua subterráneas las cuales propician la licuación de los suelos y por consiguiente el colapso de las edificaciones, se hace necesario implementar medidas de seguridad para mejorar la estabilidad de las edificaciones, fortaleciendo la cimentación de las mismas. Además, como se señaló anteriormente, se ha encontrado que sólo en Lima el 70% de los (RCD) acaban en las riberas de los ríos y mares (El Comercio, 2017).

Para resolver este problema, se propone evitar el colapso de las edificaciones incrementando la capacidad portante y reemplazando el uso de grava por material de RCD. El material de RCD debe ser previamente segregado conforme a especificaciones técnicas como granulometría de 1 a  $\frac{3}{4}$  de pulgada (estándar de tamaño máximo nominal de la grava). Esta solución además de ser económica contribuye a eliminar los RCD de las riberas de ríos y playas.

Para obtener la materia prima, se han identificado potenciales proveedores de material RCD, como la empresa Ciclo, la cual abastecerá a Soletanche-Bachy para la elaboración de las columnas de RCD.

## 4.2 Desarrollo de la Narrativa

Tal como menciona (Serrano y Blázquez, 2015) las empresas se enfrentan a diario con retos y problemas en un mercado cada vez más competitivo, para conseguir resultados óptimos es necesario equilibrar el pensamiento analítico con un pensamiento intuitivo, más creativo, visual, emocional. Por lo tanto, para la elaboración de la propuesta de valor, se utilizó la metodología *Design Thinking*, centrada en entender al usuario y proveer una solución al problema identificado. En este sentido, la primera etapa es empatizar con el usuario para entender el problema, en la que se relevó el perfil a través de entrevistas a profesionales del rubro de construcción. La segunda etapa, es definir la importancia del problema e ir orientando hacia dónde podría ir la posible solución, lo cual se refleja en la Figura 4 Mapa de Empatía. La tercera etapa es idear el esquema bajo el que se propondrá la solución, visibilizado en la Figura 5, Mapa de Experiencia del Usuario. La cuarta etapa es prototipar y la quinta etapa a testear, abarcadas en el Capítulo 4 con un prototipo referencial del funcionamiento de columnas de grava.

En la Figura 6, Matriz Costo-Impacto, se resume la relación entre las columnas de grava que están en el cuadrante superior izquierdo que tiende a tener un impacto importante a bajo costo, a comparación de las técnicas de reemplazo total que se encuentran en el cuadrante inferior derecho de terrenos que su impacto suele ser muy reducido y costoso. Por otro lado, los pilotes en el cuadrante superior derecho que si bien tienen un alto impacto también suelen ser muy costosos. Existen otras técnicas de bajo impacto y bajo costo como son los micropilotes, que al ser elementos de diámetros muy pequeños se requieren en una cantidad importante.

**Figura 6***Matriz Costo-Impacto***4.3 Carácter Innovador o Novedoso del Producto o Servicio**

Actualmente, en Perú se cuentan con soluciones de mejoramiento de suelos, como pilotes, cuyo servicio es proveído principalmente por empresas extranjeras como Menard, Emin o Soletanche Bachy. No obstante, estas empresas utilizan material convencional como cemento para este propósito.

En este sentido, la propuesta de mejoramiento de suelos a base de columnas de grava de RCD se configura como una alternativa fiable, innovadora y atractiva en cuanto a rentabilidad. A su vez, esto es un elemento de diferenciación en el mercado de mejoramiento de suelos, al promover el aprovechamiento de materiales como desmonte, que normalmente serían descartados, teniendo como base principal la economía circular. Es importante mencionar que en Perú, sería la primera empresa en utilizar esta alternativa innovadora.

En resumen, el mejoramiento de suelos a base de columnas de grava de RCD, se considera como una innovación incremental, ya que actualmente existen servicios alternativos, pero la mejora del uso sostenible de residuos de construcción constituye una innovación significativa. Esto se refleja en el impacto ambiental y en la rentabilidad del proyecto.

#### 4.4 Propuesta de Valor

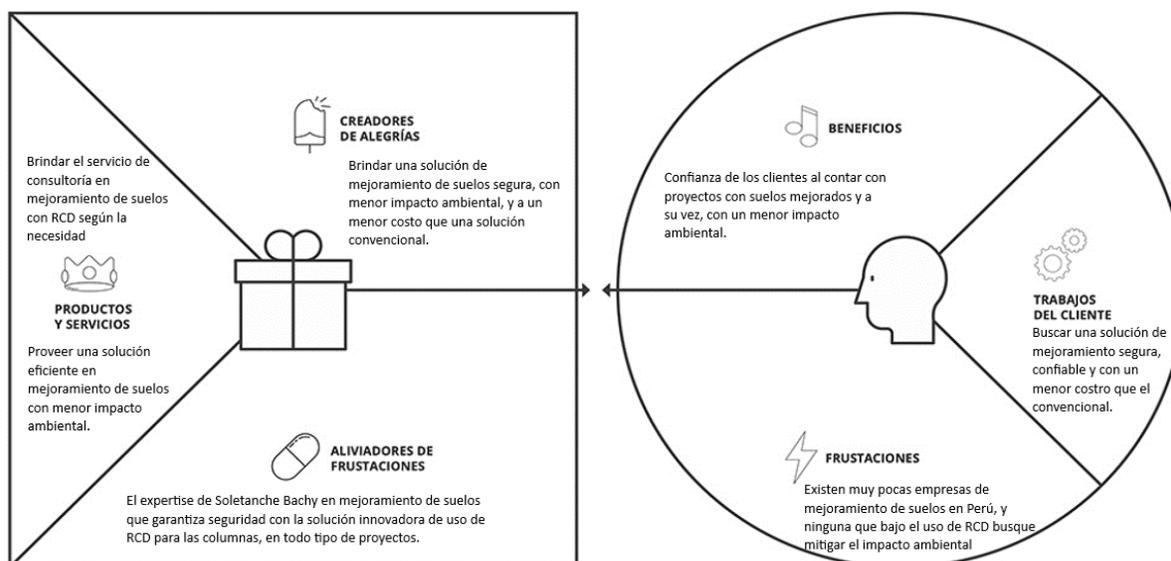
Una vez identificados los requerimientos de los clientes en el Capítulo 3, presentado el servicio en la Sección 4.1, y su desarrollo y concepto diferenciador en las Secciones 4.2 y 4.3, respectivamente, se configuró una solución a la necesidad del cliente. Para ello, se desarrolló el “Lienzo Propuesta de Valor”

La propuesta de valor, mostrada en la Figura 7, se centra en el mejoramiento de suelos mediante columnas de grava con material reciclado RCD (Residuos de construcción y Demolición), aprovechando los materiales que normalmente son descartados y generando un menor impacto ambiental. El principal beneficiario del proyecto es el contratante del servicio, a quien se le aporta con una solución de mejoramiento de suelos para el proyecto, generando valor en la reutilización de residuos de construcción y demolición para estos fines.

En este sentido, el principal problema a atacar es el riesgo de licuación del suelo por sus características, por lo que se busca ofrecer una propuesta de cimentación acorde a cada necesidad y con una perspectiva de economía circular. Los materiales que se utilizarán normalmente son descartados tanto legal como ilegalmente. Sin embargo, en este proyecto se promoverá la reutilización de estos residuos mediante la empresa Ciclo y de esta manera se reducirá el impacto causado por ellos. De la misma manera, se incrementa la capacidad portante de los terrenos y se mitiga la posibilidad de licuación de los suelos ante la alta cantidad de grandes edificaciones en zonas urbanas. Por esta razón, la reducción de la huella de carbono de proyectos de construcción es cada vez más importante y valorada.

Figura 7

## Lienzo de la Propuesta de Valor



## 4.5 Producto Mínimo Viable: Prototipado y Testeo

Se realizó un ensayo a escala para ver la posibilidad de la reducción del potencial de licuación utilizando un elemento más rígido que en este caso simulará las columnas de RCD. De acuerdo al planteamiento del problema, se tiene que mitigar el potencial de licuación de suelos, para ello se debe reducir los esfuerzos de corte que se dan en las arenas saturadas, producto del efecto dinámico del sismo sobre el suelo. En este sentido, se utilizará un prototipo con una arena saturada con alto contenido de material fino (pasante a la malla N°200 en granulometría), para evaluar la licuación del suelo y comparar el efecto teniendo elementos rígidos en el modelo.

- Descripción del modelo sin mejoramiento:
  - Se utilizó un modelo simple en una caja de vidrio con dimensiones de 50cm x 40cm y 50cm de altura.
  - Se llenó de arena hasta 30 cm de altura en el recipiente
  - Se saturó la arena introduciendo 3L de agua
  - Se generó una vibración en la caja para evaluar la licuación, se observa que licuó.

### Figura 8

#### *Prototipo Sin Mejoramiento*



a) Prototipo con arena      b) Arena saturada      c) Terreno licuado

- Descripción del modelo con mejoramiento:
  - Se utilizó un modelo simple en una caja de vidrio con dimensiones de 50cm x 40cm y 50cm de altura.
  - Se llenó de arena hasta 30 cm de altura en el recipiente
  - Se saturó el área introduciendo 3L de agua.
  - Se introdujo elementos rígidos en tubos de PVC y arena compacta para simular las columnas de RCD

- Se generó una vibración en la caja para evaluar la licuación en el recipiente, en el cual no se observaron problemas de licuación, validando así la mitigación del potencial de licuación de suelos. Es importante mencionar las limitaciones del prototipo ya que los límites de frontera pueden ser influyentes en el experimento como también la medición de las frecuencias de vibración y la caracterización de suelo a ensayar.

### Figura 9

#### *Prototipo Con Mejoramiento*



a) Mejoramiento



b) Arena con columnas



c) Terreno no licuado

## Capítulo V. Modelo de Negocio

En el presente capítulo se detalla el modelo de negocio, abarcando las dimensiones de los grupos de interés y actividades claves asociadas a la propuesta de valor, así como las fuentes de ingresos y egresos. De igual manera, se sustenta su viabilidad financiera, escalabilidad y sostenibilidad social.

### 5.1 Lienzo del Modelo de Negocio

El modelo de negocio propuesto consiste en brindar un producto para poder mejorar las capacidades resistentes de terrenos blandos y con potencial de licuación frente a sismos utilizando residuos segregados y clasificados producto de la demolición de estructuras (RCD).

**Propuesta de valor:** La propuesta de valor es la construcción de columnas de agregado reciclado utilizando residuos de RCD, evitando tener problemas de licuación en terrenos frente a eventos sísmicos. Es importante indicar que no todos los terrenos presentan este riesgo. El riesgo de licuación de suelos estará presente en la mayoría de los casos en suelos arenosos con un contenido de finos – partículas de tamaño menor a 0.074 mm de acuerdo con la norma ASTM (*American Society of Testing Materials*) - muy bajo y con presencia de nivel freático.

En la Figura 10, Lienzo de Modelo de Negocio o *Business Model Canvas*, se presenta la propuesta de valor y sus aspectos relevantes.

**Figura 10**

*Lienzo de Modelo del Negocio*



## **5.2 Viabilidad del Modelo de Negocio**

El MEF estima que el crecimiento anual del PBI del sector construcción sea de 3.5% para el 2023, detallado en el Capítulo 2, por lo que se pronostica que las ventas esperadas en el periodo 2024 – 2029 estén alineadas a dicho porcentaje. Cabe resaltar que los proyectos en Soletanche Bachy se financian en su mayoría en un 80% con recursos propios y 20% con fuentes externas como bancos. Según el análisis del flujo de caja se espera tener un VAN financiero de S/. 1'727,031 y una tasa TIR de 56.4% a una tasa de descuento de 11.96% por lo que la propuesta resulta rentable. Es importante mencionar, estos supuestos se plantean bajo un escenario conservador, debido a que en esta primera etapa no se considera la implementación del servicio alternativo en potenciales clientes como minería. Los detalles del análisis financiero se desarrollarán en el capítulo 6.3.

## **5.3 Escalabilidad y Exponencialidad del Modelo de Negocio**

De acuerdo con la evaluación propuesta en el libro Organizaciones Exponenciales detallado en el Apéndice E, la puntuación obtenida es de 43 puntos sobre 84, de manera referencial (Ismail, et al., 2016). Sin embargo, la implementación de la solución de columnas de grava con RCD tiene un gran potencial de escalabilidad en el mercado peruano y posteriormente a nivel regional, ya que esta solución es pionera a nivel local. Considerando los comentarios de los usuarios entrevistados, la visión de crecimiento y aceptación de la solución es favorable.

## **5.4 Sostenibilidad del Modelo de Negocio**

El modelo de negocio está enfocado en lograr la mayor rentabilidad en los procesos de mejoramientos de suelos mediante columnas de gravas con material RCD, lo cual contribuye a minimizar la presencia de este material en las riberas del mar y de los ríos.

Así mismo, se identifican dos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

1. Industria, Innovación e Infraestructuras (9)
2. Ciudades y Comunidades Sostenibles (11)

Cabe resaltar que dentro de los impactos positivos se encuentran un menor precio del producto final, escalabilidad a nuevos mercados, mejoramiento de suelos y como consecuencia disminución del riesgo de hundimiento de edificaciones.

La medición del impacto se plantea a través de las metas planteadas por cada ODS, detallado en el Capítulo VII.



## Capítulo VI. Plan de Negocios: Solución Deseable, Factible y Viable

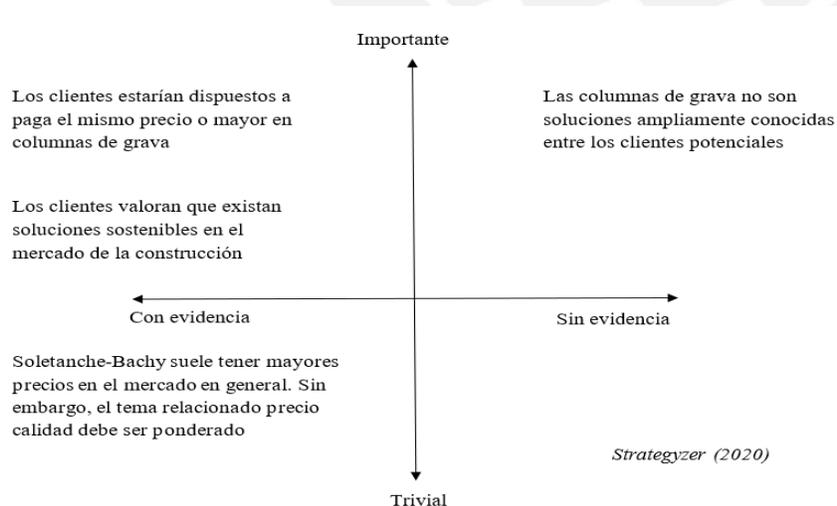
En este Capítulo se presenta la deseabilidad, factibilidad y viabilidad de la solución planteada de solución de mejoramiento de suelos con Residuos de Construcción y Demolición, para la mitigación de la licuación en zonas sísmicas, como Lima.

### 6.1 Validación de la Deseabilidad de la Solución

La validación de la deseabilidad de la solución propuesta es clave para definir la viabilidad del proyecto y el plan de negocios. Con el fin de realizar dicha comprobación, se identificaron a usuarios potenciales y se buscó conocer su perspectiva y disposición para adquirir el servicio. Por ello, la hipótesis planteada busca determinar el encaje del producto en el mercado acorde a la necesidad del usuario, por lo que la propuesta de valor se basa en esta premisa. Finalmente, no sólo se busca que el usuario adquiriera la solución nueva en el mercado por un proyecto, sino que sea una relación a largo plazo. En la Figura 11 se visualizan las hipótesis.

#### Figura 11

##### *Priorización de Hipótesis*



### 6.1.1 Hipótesis para Validar la Deseabilidad de la Solución

Para el planteamiento de las hipótesis, se tuvo como objetivo el comprobar si los clientes tenían conocimiento de las soluciones de mejoramiento de suelos disponibles en el mercado local, y si la propuesta de columnas de grava con RCD sería atractiva y estarían dispuestos a contratarlas, al mismo precio que una solución regular. Para esta validación, se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas a expertos del rubro industrial y de construcción. La siguiente tabla resume las seis hipótesis, así como las métricas y la validación de cada una.

**Tabla 2**

#### *Hipótesis de deseabilidad de la solución*

Hipótesis	Métrica	Criterio	Pregunta	Resultado
H1: Se cree que las empresas tienen conocimiento medio de las soluciones de mejoramiento de suelos	Si / No	Se validará si supera el 70% con Si	6	74%
H2: Se cree que los clientes tienen bajo conocimiento de solución de mejoramiento de suelos con columnas de grava	Si / No	Se validará si supera el 60% con No	7	69%
H3: Se cree que el precio es un atributo muy relevante en el mercado de soluciones de mejoramiento de suelos	Valoración del 1 al 5 (1 nada importante, 5 muy importante)	Se validará si supera el 70% con valoración 4 o 5	10	71%
H4: Se cree que la sostenibilidad amplia relevancia en la toma de decisiones para los procesos de los clientes	Valoración del 1 al 5 (1 nada importante, 5 muy importante)	Se validará si supera el 80% con valoración 4 o 5	4	80%
H5: Se cree que los clientes tienen amplia predisposición a adquirir una solución de mejoramiento de suelos con columnas de grava	Valoración del 1 al 5 (1 nada importante, 5 muy importante)	Se validará si supera el 65% con valoración 4 o 5	8	69%
H6: Se cree que es altamente probable que los clientes contraten un servicio de mejoramiento de suelos con RCD pagando el mismo precio que una solución convencional	Valoración del 1 al 5 (1 nada importante, 5 muy importante)	Se validará si supera el 65% con valoración 4 o 5	13	69%

### 6.1.2 Experimentos Empleados para Validar las Hipótesis

Para validar las hipótesis anteriormente señaladas, se plantearon un total de 15 preguntas a personas ligadas al rubro industrial y construcción. En primer lugar, se indagó entre los clientes qué conocimientos tenían ante soluciones de mejoramiento de suelos. Dentro de la Hipótesis 1 (H1), se validó que el 74% de los encuestados sí tienen conocimientos de soluciones de mejoramiento de suelos, sin embargo, en la Hipótesis 2 (H2) se obtuvo el resultado que solo 31%

conocían y habían utilizado soluciones de mejoramiento de suelos con columnas de grava, lo que implica que el plan de marketing es muy relevante en este caso para poder dar a conocer la propuesta de valor de las columnas de grava con RCD, señalado en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Validación de Hipótesis 1 y 2*

Respuestas	H1: Las empresas tienen conocimiento medio de las soluciones de mejoramiento de suelos	H2: Los elementos tienen bajo conocimiento del uso de soluciones de mejoramiento de suelos con columnas de grava
Si	26	11
No	9	24
Total encuestados	35	35
%Si	74%	31%
%No	26%	69%

En segundo lugar, se validó el encaje del producto con los clientes potenciales en términos de interés en soluciones sostenibles, propuesta de columnas de grava con RCD y disposición para pagar el mismo precio que con una solución convencional. Para la Hipótesis 3 (H3), se determinó que el 71% de los encuestados considera que el precio es un atributo muy importante en soluciones de mejoramiento de suelos, por lo que se infiere que el precio debe ser competitivo. Para la Hipótesis 4 (H4), el 80% respondió que valora la sostenibilidad en los procesos de negocio, lo que implica que el uso de RCD es altamente atractivo como una oportunidad de reducción de impacto ambiental por parte de la empresa.

Respecto a la Hipótesis 5 (H5), el 69% de resultado supone que hay un alto interés por adquirir soluciones de mejoramiento de suelos con columnas de grava, es un resultado positivo sin embargo el plan de marketing será clave para la comunicación de esta propuesta de manera estratégica al mercado objetivo. Finalmente, el 69% sostiene que aceptaría contratar un servicio de mejoramiento de suelos con columnas de grava con RCD al mismo precio que si se utilizarán

materiales convencionales. Con ello, se infiere que la propuesta es altamente atractiva en la medida que el precio sea igual de competitivo que los materiales convencionales, por lo que los clientes encuentran atractivo y dan valor al que se utilice un producto reciclado. La Tabla 4 muestra el resumen de estas hipótesis.

**Tabla 4**

*Validación de Hipótesis 3, 4, 5 y 6*

Respuesta	H3: Se cree que el precio es un atributo muy relevante en el mercado de soluciones de mejoramiento de suelos	H4: Se cree que la sostenibilidad amplia relevancia en la toma de decisiones para los procesos de los clientes	H5: Se cree que los clientes tienen amplia predisposición a adquirir una solución de mejoramiento de suelos con columnas de grava	H6: Se cree que es altamente probable que los clientes contraten un servicio de mejoramiento de suelos con RCD pegando el mismo precio que una solución convencional
Valoración 4	17	10	13	15
Valoración 5	8	18	11	9
Sum Total 4 y 5	25	28	24	24
Total, encuestados	35	35	35	35
% Suma 4 y 5	71%	80%	69%	69%

## 6.2 Validación de la Factibilidad de la Solución

Para la validación de la factibilidad del proyecto, se diseñó un plan de mercadeo y un plan operativo alineado con el modelo de negocio.

### 6.2.1 Plan de Marketing

El plan de marketing principalmente está dirigido a clientes actuales de Soletanche-Bachy y a potenciales clientes nuevos ligados al rubro de construcción.

#### Objetivos de Marketing y Ventas

El objetivo del plan de marketing es concientizar y convencer a los clientes sobre las ventajas de la solución de mejoramiento de suelos a través de las columnas de grava con RCD

propuesta a ejecutar por la empresa Soletanche-Bachy, bajo un enfoque eco-amigable con la misma calidad de materiales convencionales.

### **Segmentos de Mercado**

Se han identificado varios segmentos de mercado para la solución de mejoramiento de suelos. La costa del territorio peruano está ubicada en una zona de alta sismicidad donde los suelos arenosos suelen tener alto riesgo de perder su resistencia en eventos sísmicos. Desde este punto de vista, los segmentos de mercado que se pueden identificar son los clientes inmobiliarios y constructores de infraestructura como puentes, carreteras, colegios y hospitales que suelen ser empresas que trabajan para el estado donde Soletanche-Bachy sería principalmente subcontratista. El proyecto se concentrará como nicho de mercado en constructoras inmobiliarias ubicadas en la ciudad de Lima que tenga la necesidad de mejorar las propiedades del suelo de cimentación y reducir los riesgos de licuación en eventos sísmicos.

### **Estrategia de Marketing: Marketing Mix**

La estrategia planteada se basa en las siguientes acciones de promoción y la presencia física de Soletanche-Bachy, tomando en cuenta la experiencia de la empresa como elemento principal de confianza hacia la solución planteada por el proyecto, nueva en el mercado local.

### **Marketing Mix.**

Las estrategias del plan de marketing se pueden resumir en el siguiente marketing mix:

**Producto/ Servicio.** Es un servicio enfocado en el mejoramiento de suelos con columnas de grava mediante el aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), enfocado en distintos segmentos de clientes, especialmente el inmobiliario.

**Precio.** El servicio será personalizado con base a la solución que el cliente solicita, el precio de este será definido por la cantidad de RCD a utilizar en metros cuadrados y la ubicación del

proyecto. Cabe resaltar que el RCD procesado es más económico que la grava convencional usada en este tipo de proyectos, por lo que el precio a trasladar al cliente por columnas de grava será más atractivo.

**Plaza.** En cuanto a la plaza, el servicio de mejoramiento de suelos se brindará en la ubicación solicitada por el proyecto del cliente, con enfoque en Lima.

**Promoción.** Para la promoción del servicio, se está considerando el uso de la web de Soletanche-Bachy como herramienta principal, así como también publicación impresa en las principales revistas del rubro y revistas indexadas. De la misma manera, se considera promoción por videos corporativos en el canal de Soletanche-Bachy Perú de LinkedIn y YouTube.

Por el tipo de proyecto relacionado a construcciones de gran envergadura, se considera también la participación de Soletanche-Bachy en consejos normativos nacionales e internacionales del rubro de construcción, igualmente el soporte de la empresa en eventos académicos en grupos de investigación universitarios.

A nivel presencial, se aplican las visitas a consultores, promoción de visitas a obras de potenciales clientes, charlas técnicas en el Colegio de Ingenieros del Perú, charlas técnicas en gobiernos regionales y exposición en congresos nacionales e internacionales.

### **Presupuesto de Marketing**

El presupuesto de marketing se divide en dos partes: promoción y presencia física. En promoción se considera el mantenimiento de la web de Soletanche-Bachy Perú y la pauta en LinkedIn y YouTube, manejado internamente actualmente por una agencia de comunicación, dada la necesidad de crear nuevas ventanas de promoción de la solución de mejoramiento de suelos con columnas de grava utilizado RCD y de la comunicación en medios especializados como revistas del rubro como Costos y Constructivo.

En cuanto a la presencia física, se consideran las visitas a consultores, clientes principales, con el objetivo que opten la solución de mejoramiento de suelos con columnas de grava utilizando RCD dentro de las especificaciones técnicas de los proyectos a licitar. De igual manera se consideran visitas a obras de potenciales clientes, charlas técnicas en el Colegio de Ingenieros del Perú, en gobiernos regionales, y exposición en congresos nacionales e internacionales. Cabe resaltar que hay actividades que no suponen costo extra para Soletanche-Bachy al participar el personal calificado de la empresa.

La Tabla 5 muestra costos estimados, con base a información interna de la empresa, considerando un crecimiento de 3%, en línea con el crecimiento estimado de ventas.

**Tabla 5**

*Presupuesto de Marketing Anualizado*

Cuadro Proyección Marketing (Soles)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Promoción</b>					
1. Mantenimiento de Página Web Soletanche Bachy	740	762	785	809	833
2. Publicación de proyectos en revistas del rubro	3,700	3,811	3,925	4,043	4,164
3. Publicación en revistas indexadas	1,850	1,906	1,963	2,022	2,082
4. Promoción o pauta para publicaciones en LinkedIn o YouTube	7,400	7,622	7,851	8,086	8,329
<b>Presencia física</b>					
1. Visitas a consultores	3,700	3,811	3,925	4,043	4,164
2. Promoción de visitas a obras para potenciales clientes	0	0	0	0	0
3. Charlas técnicas en Colegios de Ingenieros	0	0	0	0	0
3. Charlas técnicas en Gobiernos Regionales	2,775	2,858	2,944	3,032	3,123
4. Exposición en congresos nacionales e internacionales	5,550	5,717	5,888	6,065	6,247
5. Presencia en consejos normativos nacionales e internacionales	0	0	0	0	0
7. Apoyo en eventos académicos en grupos de investigación universitarios	740	762	785	809	833
	26,455	27,249	28,066	28,909	29,775

Para validar el desempeño del plan de marketing y la creación de valor, se ha realizado una simulación de Montecarlo bajo 5,000 escenarios, para analizar la relación entre el valor de vida del cliente sobre el costo de adquisición del cliente (LTV/CAC), partiendo de las ventas esperadas analizadas en la Tabla 6.

**Tabla 6***Ventas Esperadas y Presupuesto de Marketing Anualizado*

	Año					
	0	1	2	3	4	5
Ventas		4'038,384	4'305,120	4'589,473	4'892,607	5'215,764
Costo de Marketing		25,715	26,615	27,547	28,511	29,509

La Tabla 7 muestra el análisis del LTV/CAC:

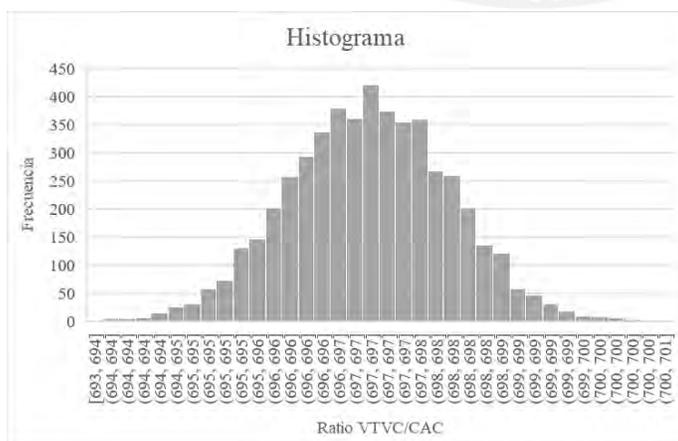
**Tabla 7***Análisis CAC y VTVC*

	Descripción	Ratio
CAC	Plan de Marketing (Año 1)	25,715
	Cientes Año 1	7
VTVC	CAC	3,674
	Descripción	Ratio
	Venta promedio (Años) / (Proyectos)	512,030
	Frecuencia de compra (Años)	1
	Periodo de retención ( Años)	5
	VTVC	2'560,150
	VTVC/CAC	697

Como indicador general, la eficiencia del plan de marketing está marcada por el ratio LTV/CAC mayor a 3, dado que se crea alto valor en relación a la inversión de marketing por cada cliente (Corporate Finance Institutes., s.f.). Dentro del análisis realizado, mostrado en la Tabla 8 se determina que el plan de marketing es altamente eficiente al tener una eficiencia del 100%, dado que el LTV supera ampliamente a la inversión para atraer a clientes. La Figura 12 muestra el histograma de la simulación.

**Tabla 8***Simulación Montecarlo Plan de Marketing*

	VTVC/CAC	CAC	VTVC
Promedio esperado	697	3,674	2'560,150
Desviación estándar	1	141	274,109
Primera simulación	696	3,730	2'857,603
<hr/>			
Promedio	696,865		
Desviación estándar	1.013		
Mínimo	693.661		
Máximo	699.868		
<hr/>			
Alta eficiencia > 3	100%		
<hr/>			
Análisis de sensibilidad crecimiento	VTVC	CAC	
0	2'560,149.82	3,673.57	
0.035	2'649,755.07	3,673.57	
0.05	2'782,242.82	3,673.57	
0.07	2'976,999.82	3,930.72	
0.09	3'244,929.8	3,930.72	
Promedio	2'842,815.46	3,776.43	
Desv. Estandar	274,109	140.85	

**Figura 12***Histograma de la Simulación del Plan de Marketing*

## 6.2.2 Plan de Operaciones

A continuación, se detallan las actividades que la empresa debe desarrollar como parte de este intra-emprendimiento en Soletanche-Bachy Perú con la promoción y ejecución de proyectos de mejoramiento de suelos con base al uso de columnas de RCD.

### Instalaciones

A nivel de instalaciones, se emplearán los recursos existentes de la empresa Soletanche Bachy. La planta de Soletanche Bachy donde se realizan pruebas está ubicada en Lurín, Lima.

### Personal

El equipo destacado a cada proyecto se compone de:

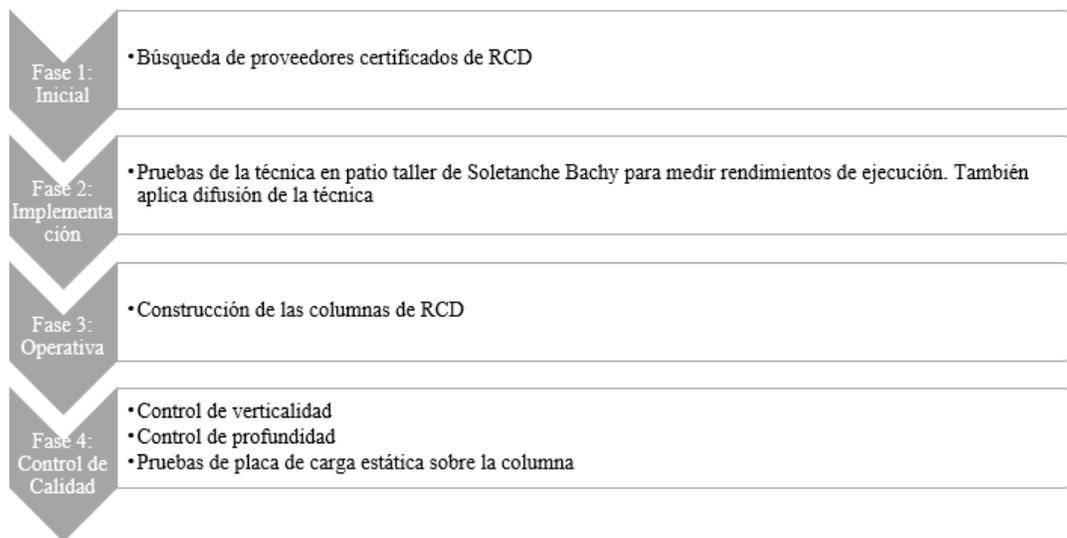
- Jefe de Proyectos (1)
- Conductor de obra (1)
- Ingeniero de Calidad (1)
- Ingeniero de Seguridad (1)
- Operador de grúa (1)
- Vigía (2)
- Almacenero para herramientas (1)

### Diseño de procesos

El plan de operaciones ha sido dividido en cuatro fases: inicial, implementación, operativa y de control de calidad (ver Figura 13). Es importante mencionar que las dos primeras fases serán realizadas una sola vez para establecer el intra-emprendimiento mientras que la tercera y cuarta fase se realizará por cada proyecto a ejecutar.

## Figura 13

### Flujo de proceso



A continuación, se detallan las cuatro fases señaladas:

- **Fase 1: Inicial**

En esta fase se procederá a realizar la búsqueda de proveedores certificados de RCD en Lima para poder ejecutar las columnas de RCD. Como ha sido descrito en la presente tesis se tiene establecido trabajar con la empresa Ciclo quien se encargará de brindar los agregados de RCD. En esta fase se deberán firmar acuerdos de confidencialidad y exclusividad de los agregados de RCD con fines de construcción de columnas de RCD para el mejoramiento y mitigación de licuación de suelos. En esta fase inicial también se deberán realizar pruebas de abrasión y granulometría del agregado, a un tamaño máximo nominal de 1” a ser utilizado proveniente de la planta de Ciclo, que es la dimensión definida para las columnas de RCD.

- **Fase 2: Implementación:**

En esta fase se deberán realizar pruebas de campo en el taller de equipos de Soletanche Bachy Perú en Lurín para evaluar la constructibilidad de la solución. Se medirán rendimientos de

construcción, evaluación y mejoras en los equipos de construcción que se detallarán en la fase 3, la fase Operativa. Adicionalmente, se deberá tomar en cuenta la promoción de la solución como ecosostenible, por lo que se contemplan charlas en el Colegio de Ingenieros y medios de difusión masiva del rubro.

- **Fase 3: Operativa:**

Esta fase abarca la ejecución de las columnas de RCD para el mejoramiento y mitigación de licuación de suelos. Con el posicionamiento de la excavadora y Mástil SPD (accesorios necesarios para la ejecución de las columnas de RCD) se procederá a mover la excavadora y el mástil SPD, haciendo coincidir la punta del vibrador del mástil SPD con el punto del eje donde se construirá la columna de RCD. Después de haber ubicado el vibrador del mástil SPD sobre el punto donde, se procede a introducir a presión la camisa metálica en el terreno por medio de un equipo vibratorio montado sobre una excavadora de orugas a la profundidad requerida, manteniendo la superficie de la tolva por encima.

Al alcanzar la cota deseada o longitud de perforación, se procede con la incorporación del agregado de RCD, para lo cual se instala una tolva en la parte superior de la camisa, que será relleno con material (RCD) que será trasladado con una retroexcavadora o cargador frontal, este proceso se realizará hasta que la grava alcance la parte superior de la camisa.

Al finalizar la incorporación del RCD, desde el fondo de la camisa metálica hasta la parte superior de la misma, se inicia el proceso de vibración ascendente para retirar la camisa inicialmente unos 20 ó 30 cm para permitir la apertura a la tapa. Cada camisa cuenta con una tapa basculante en el fondo, la cual se abre por el peso del agregado de RCD y permite la conformación de las columnas a medida que se extrae la camisa. Al terminar el proceso de

extracción de la camisa se debe rellenar la parte superior de la columna con la retroexcavadora hasta alcanzar el nivel de la superficie.

- **Fase 4: Control de Calidad.**

Dentro de los criterios para tener en cuenta durante el proceso se encuentran:

- Verticalidad: El vibrador funciona como una plomada (herramienta para medir la verticalidad de la columna), cualquier desplome es debido a algún obstáculo subterráneo. La verticalidad es controlada continuamente mediante inclinómetros.
- Profundidad: La medición de la profundidad es controlada mediante el uso marcas colocadas en toda la longitud de la camisa metálica
- Trazabilidad de RCD utilizado debidamente certificado con pruebas de abrasión según la norma ASTM C-535 y que cumpla con la granulometría establecida en el proyecto según la prueba ASTM D-422, de la *American Society for Testing and Materials*.

En la Tabla 9 se muestra la proyección de ventas estimada que se tendrá en el proyecto.

**Tabla 9**

*Estimación de Ventas – 5 años*

Facturación - Línea de Negocio: RCD					
Cifras en S/. Sin IGV					
	Línea de Negocio: RCD				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Valorización de Obras	S/.4'038,384	S/.4'305,120	S/.4'589,473	S/.4'892,607	S/.5'215,764

Esta proyección de ventas está en función de un estimado del MEF del crecimiento del sector construcción de 3.5% como se indicó en la sección 2.1. La valorización del año 1 está en relación con las ventas reales según los estados financieros de la empresa.

### 6.3 Validación de la Viabilidad de la Solución

Sobre la viabilidad del modelo de negocio, se estima obtener el beneficio esperado incluso en el segundo año de operación. Para ello, se estimará el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Payback. Resultará aceptable si es que el VAN a un horizonte de cinco años supera S/1'000,000. Hipótesis: Se obtendrá la rentabilidad esperada al quinto año de operación.

Se espera que las ventas en el periodo 2024 - 2029 estén alineadas con el 3.5% de crecimiento anual del PBI del sector construcción estimado por el MEF. Además, es relevante mencionar que los proyectos en Soletanche Bachy se financian mayormente en un 80% con recursos propios y 20% con fuentes externas como bancos.

Según el análisis del flujo de caja se espera tener un VAN financiero de S/. 1'727,031 y una tasa TIR de 56.4%, así como un payback en un año y medio, con lo que se tiene una perspectiva positiva. A continuación, se detallan los flujos de gastos e ingresos con los siguientes datos.

- CAPEX: S/350,000 contempla la compra de componentes para grúas y equipos.
- Depreciación: diez años en promedio (maquinarias y equipos, muebles y enseres).
- Ventas esperadas: Tasa de incremento anual de 3.5% anual en cada periodo entre los años 2024 al 2029, con un estimado de siete proyectos en el primer año. En el 2022, 10% de ventas totales de Soletanche Bachy fueron soluciones de mejoramiento de suelos, se estima que de ésta el 30% sea con columnas de grava con RCD por datos del negocio.
- Gastos de filial: Pago variable anual a Soletanche Bachy (Matriz Francia)
- WACC y Tasa de descuento: WACC con un valor de 10.6% y una tasa de descuento 7.13% (Tasa preferencial), según el apartado 6 y tabla 18.

- El costo referencial de un m<sup>3</sup> de material de RCD para un proyecto es de S/62.00 (material y transporte) cotizado por la empresa Ciclo, y el costo de un m<sup>3</sup> de grava convencional es de S/ 72.00 (material y transporte), según se detalla en Apéndice D.

### 6.3.1 Presupuesto de Inversión

Considerando que la propuesta de negocio se basa en la prestación del servicio de mejoramiento de suelos considerando RCD, la inversión inicial se conforma, principalmente, por la compra de maquinarias como mástil, vibrador y lanza, interfaz tecnológica y los gastos vinculados a trámites de licencia. Sumando un total de inversión de S/ 1'565,159 (ver Tabla 10).

- Inversión inicial asciende a S/1'565,159 tal como se menciona en la Tabla 10, financiada 80% con accionistas y 20% por bancos. El costo de financiamiento propio equivale a 12%, aplicando el modelo CAPM. El WACC resultante es de 10.6%.
- La beta desapalancada para el sector *Building Materials* es de 1.05 (Damoradan, 2023)
- Posterior a los cálculos, se obtuvo un VAN financiero de S/ 1,727,031 y una TIR de 56.4% por encima de la tasa de descuento, por lo que la propuesta resulta rentable.

**Tabla 10**

*Detalle de la inversión*

Costo del Proyecto	
Cifras en S/. Sin IGV	Costo Total
<b>Inversión Tangible</b>	<b>1'394,126</b>
Maquinaria y Equipo	1'044,126
Mástil	150,000
Vibrador	100,000
Lanza	100,000
<b>Inversión Intangible</b>	<b>35,000</b>
Interfaz Tecnológica	30,000
Trámites de Constitución	2,500
Trámites de Licencia	2,500
Capital de Trabajo	136,033
<b>Total</b>	<b>1'565,159</b>

La Tabla 11 muestra los supuestos relevantes para el cálculo del VAN:

**Tabla 11**

*Inputs de Valor para el Análisis Financiero*

<b>1. Inversión</b>	
1.1 Inversión Tangible	
Cifras en S/. Sin IGV	Valor Unit
Mástil	150,000
Vibrador	100,000
Lanza	100,000
1.2 Inversión Intangible	
Cifras en S/. Sin IGV	Valor Unit
Interfaz Tecnológica	30,000
Trámites de Constitución	2,500
Trámites de Licencia	2,500
<b>2. Capital de Trabajo</b>	
Cobertura de Liquidez*	3 meses
<b>3. Financiamientos</b>	
Accionistas	80%
Bancos	20% (Costo de financiamiento 7.13%)
Condiciones del Préstamo:	
TIEA	7.13%
Plazo (meses)	60
<b>4. Ventas</b>	
Nº de Proyectos	7
MarkUp	35%
Crecim. Ventas	3.5%
<b>5. Costo Prom. por Proyecto</b>	
Costo Prom. Unit. Proyecto	
Costo de Obra	99,211
Mano de Obra	201,544
Consumo de Materiales	102,179
Otros	29,643
Total	432,577
Crecim. Inflación	3%

### 6.3.2. Análisis financiero

En la siguiente tabla se muestra la proyección de ventas anuales en soles de la nueva línea de negocio de RCD de la empresa Soletanche.

**Tabla 12**  
*Proyección de ventas anuales en Soles*

	Línea de Negocio: RCD				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Maquinaria y Equipo	1'068,426	1'138,995	1'214,226	1'294,426	1'379,923
Ss. Profesionales	1'550,338	1'652,738	1'761,902	1'878,275	2'002,335
Materiales	1'100,391	1'173,071	1'250,553	1'333,152	1'421,206
Otros Ss.	319,229	340,314	362,792	386,755	412,300
Valorización de Obras S/.	4'038,384	4'305,120	4'589,473	4'892,607	5'215,764

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja económico anual en soles de la nueva línea de negocio de RCD de la empresa Soletanche.

**Tabla 13**  
*Flujo de Caja Económico Anual en soles*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INVERSIÓN:</b>	-1'565,159	0	0	0	0	0
Inversión Tangible	-1'394,126					
Inversión Intangible	-35,000					
Capital de Trabajo (Pre-Operativo)	-136,033					
<b>INGRESOS:</b>	0	4'127,391	4'394,126	4'678,479	4'981,614	5'304,771
Valorización en Obras		4'038,384	4'305,120	4'589,473	4'892,607	5'215,764
Otros Ingresos		89,007	89,007	89,007	89,007	89,007
<b>EGRESOS:</b>	0	-3'335,025	-3'547,199	-3'773,003	-4'013,326	-4'269,113
Costo de Obras		-2'525,609	-2'692,425	-2'870,260	-3'059,841	-3'261,943
Gastos Administrativos		-544,133	-560,457	-577,271	-594,589	-612,427
Participación a los trabajadores		-37,595	-41,968	-46,661	-51,695	-57,094
Impuesto a la Renta		-227,688	-252,348	-278,811	-307,201	-337,650
<b>FLUJO DE CAJA ECONÓMICO</b>	<b>-1'565,159</b>	<b>792,366</b>	<b>846,927</b>	<b>905,476</b>	<b>968,289</b>	<b>1'035,657</b>
<b>VAN ECONÓMICO</b>		1'788,266	>0			
<b>TIR ECONÓMICO</b>		47.4%	>Td			
Tasa de Descuento (WACC)		10.57%				

En la siguiente tabla se muestra el flujo de caja financiero anual en soles de la nueva línea de negocio de RCD de la empresa Soletanche.

Tabla 14 Flujo de Caja Financiero Anual en Soles

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de Caja Económico	-1'565,159	792,366	846,927	905,476	968,289	1'035,657
Financiamiento	313,032					
Amortización		-54,292	-58,163	-62,310	-66,753	-71,513
Intereses		-19,924	-16,053	-11,906	-7,463	-2,704
Escudo tributario		5,878	4,736	3,512	2,202	798
<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b>	<b>-1'252,127</b>	<b>724,027</b>	<b>777,446</b>	<b>834,772</b>	<b>896,274</b>	<b>962,239</b>
<b>VAN FINANCIERO</b>		<b>1'727,031</b>	<b>&gt;0</b>			
<b>TIR FINANCIERO</b>		<b>56.4%</b>	<b>&gt;Td</b>			
<b>Tasa de Descuento</b>		<b>11.96%</b>				

En la Tabla 15 se muestra el balance general de la nueva línea de negocio de RCD de la empresa Soletanche.

*Tabla 15 Balance General de la Línea de Negocio de RCD*

	Línea de Negocio: RCD					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Efectivo	136,033	724,027	1'501,473	2'336,245	3'232,519	4'194,758
CxC Comerciales						
Suministros y Repuestos		136,033	136,033	136,033	136,033	136,033
Activo Corriente	136,033	860,060	1'637,507	2'472,279	3'368,553	4'330,791
Maquinaria y equipo, neto	1'394,126	1'115,301	836,476	557,650	278,825	0
Intangibles, neto	35,000	28,000	21,000	14,000	7,000	0
Activo NO Corriente	1'429,126	1'143,301	857,476	571,650	285,825	0
<b>Total Activo</b>	<b>1'565,159</b>	<b>2'003,361</b>	<b>2'494,982</b>	<b>3'043,929</b>	<b>3'654,378</b>	<b>4'330,791</b>
Obligaciones Financieras CP	0	58,163	62,310	66,753	71,513	0
Pasivo Corriente	0	58,163	62,310	66,753	71,513	0
Obligaciones Financieras LP	313,032	200,576	138,266	71,513	0	0
Pasivo NO Corriente	313,032	200,576	138,266	71,513	0	0
<b>Total Pasivo</b>	<b>313,032</b>	<b>258,740</b>	<b>200,576</b>	<b>138,266</b>	<b>71,513</b>	<b>0</b>
Capital Social	1'252,127	1'252,127	1'252,127	1'252,127	1'252,127	1'252,127
Resultados Acumulados	0	0	492,494	1'042,279	1'653,536	2'330,738
Resultados del Ejercicio	0	492,494	549,784	611,257	677,202	747,926
<b>Total Patrimonio</b>	<b>1'252,127</b>	<b>1'744,622</b>	<b>2'294,406</b>	<b>2'905,663</b>	<b>3'582,865</b>	<b>4'330,791</b>
<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>1'565,159</b>	<b>2'003,361</b>	<b>2'494,982</b>	<b>3'043,929</b>	<b>3'654,378</b>	<b>4'330,791</b>

### 6.3.3 Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis

Para comprobar la viabilidad financiera de la propuesta, se llevó a cabo una simulación de Montecarlo con 5,000 pruebas para calcular las probabilidades de alcanzar un valor actual neto (VAN) positivo. Los valores indicaron que hay un 2.24% de probabilidad de disponer de un VAN menor a S/ 1 millón, lo que indica un 97.76% de éxito, teniendo como promedio un VAN promedio de S/. 1'250,142, tal como se detalla en la Tabla 16. Por lo expuesto, se puede concluir que la propuesta es financieramente viable y su aplicación generará beneficios económicos para Soletanche Bachy. En la Figura 14 se observa la simulación señalada.

**Tabla 16**

*Simulación Montecarlo para Viabilidad Financiera*

Años	0	1	2	3	4	5
Flujo de caja neto	-1'565,159	792,366	846,927	905,476	968,289	1,035,657
Promedio ponderado de capital	10.57%					
Valor Actual Neto (VAN)	1'788,511					
Tasa Interna de Retorno (TIR)	47.36%					
Período de retorno (en años)	1.72					
Para obtener la desviación estándar deben probarse varios escenarios	VAN-Prom	VAN-DE				
	1'249,654	344,041				
Primera simulación	892,885					
VAN promedio simulado	1'250,142					
VAN desviación estándar simulada	343,335					
VAN mínimo	79,764					
VAN máximo	2'550,636					
Riesgo de pérdida: VAN <1,000,000	2.24%					

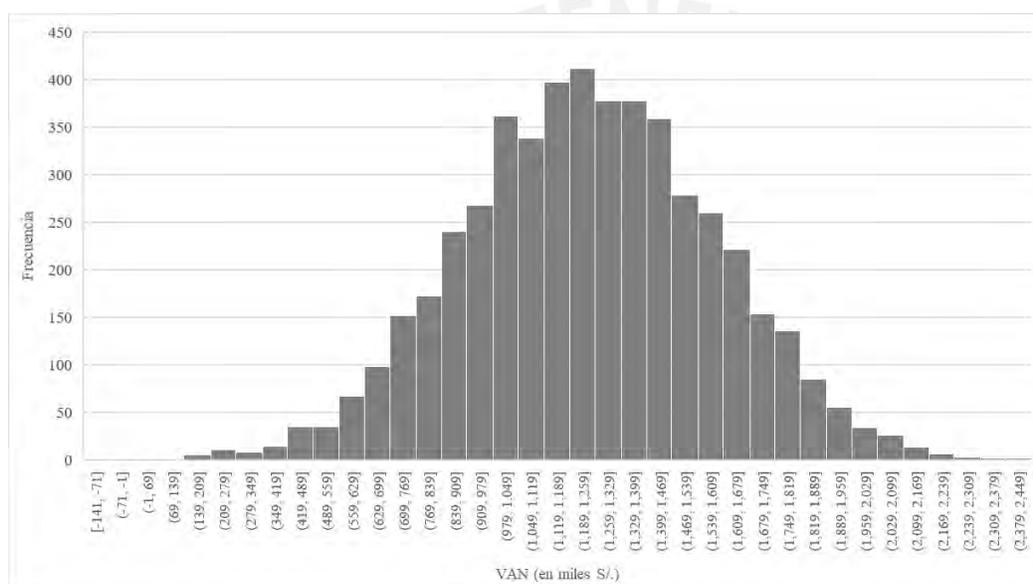
Análisis de sensibilidad	crecimiento	VAN
--------------------------	-------------	-----

0.00	842,536
0.035	1'788,511
0.050	1'129,955
0.070	1'205,267
0.090	1'282,002
Promedio	1'249,654
DesvEstand	344,041

*Nota: Los porcentajes de crecimiento oscilan entre 0 y 9%*

## Figura 14

### *Histograma de la Simulación de la Viabilidad Financiera*



Respecto a los flujos de efectivo, en la Tabla 17 se muestran los flujos de efectivo a cinco años, los cuales tienen tendencia ascendente debido al incremento en las valorizaciones de obras, lo que repercute en el saldo de caja ya que los gastos administrativos y costos de obras no varían en la misma medida.

**Tabla 17***Flujo de Efectivo*

Cifras en S/. Sin IGV	Línea de Negocio: RCD					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
FLUJO DE INVERSIÓN:	-					
	1'429,126	0	0	0	0	0
Inversión Tangible	1'394,126					
Inversión Intangible	-35,000					
FLUJO OPERATIVO	0	798,243	851,663	908,988	970,490	1'036,455
Valorización en Obras		4'038,384	4'305,120	4'589,473	4'892,607	5'215,764
Otros ingresos		89,007	89,007	89,007	89,007	89,007
Costo de Obras		2'525,609	2'692,425	2'870,260	3'059,841	3'261,943
Gastos Administrativos		-544,133	-560,457	-577,271	-594,589	-612,427
Participación a los trabajadores		-37,595	-41,968	-46,661	-51,695	-57,094
Impuesto a la Renta		-221,810	-247,613	-275,299	-304,999	-336,852
FLUJO FINANCIAMIENTO	1,565,159	-74,216	-74,216	-74,216	-74,216	-74,216
Financiamiento	313,032					
Amortización		-54,292	-58,163	-62,310	-66,753	-71,513
Intereses		-19,924	-16,053	-11,906	-7,463	-2,704
Aporte de accionistas	1,252,127					
FLUJO DE EFECTIVO	136,033	724,027	777,446	834,772	896,274	962,239
SALDO DE CAJA	136,033	860,060	1'637,507	2'472,279	3'368,553	4'330,791

Adicionalmente el siguiente cuadro detalla el cálculo del WACC

**Tabla 18***Cálculo del WACC*

## Costo Promedio Ponderado de la Deuda (WACC)

Deuda con Bancos (Wd)	313,032
Costo de Deuda con Bancos (Kd)	7.13%
Escudo Tributario (t)	29.5%
Deuda con Accionistas (We)	1'252,127
Costo de Deuda con Accionistas (Ke)	12.0%
WACC	10.6%

## Costo del Accionista (Ke)

Tasa Libre de Riesgo	3.67%
Beta desapalancada	1.05
Beta apalancada	1.24
Rendimiento de Mercado	8.9%
Riesgo País	1.81%
Ke	12.0%

Finalmente, luego de haber validado la deseabilidad del proyecto a través de una encuesta a potenciales usuarios, la factibilidad de ejecución a través de un plan de marketing especializado y la viabilidad financiera al configurarse como un proyecto rentable, se validan las 3 hipótesis de negocio planteadas. La Tabla 19 resume dicha validación detallada en el Capítulo 6.

**Tabla 19***Resultados de Validar las Hipótesis de Negocio*

Dimensión	Hipótesis	Prueba	Resultado	¿Se acepta?
Deseabilidad	Los clientes contratarían un servicio de mejoramiento de suelos con RCD pagando el mismo precio que una solución convencional	Pregunta sobre la disposición de desembolso	69% de los encuestados indican que estarían dispuestos a adquirir la solución de columnas de grava con RCD al mismo precio que con material convencional	Sí
Factibilidad	El plan de marketing generará mayores ingresos a la empresa y dará a conocer la propuesta nueva en el mercado	Comparar el costo del CAC con el VTVC	El ratio VTVC/ CAC es superior a 3	Sí
Viabilidad	Se obtendrá la rentabilidad esperada al quinto año de inicio de operaciones	Calcular el VAN y el TIR a 5 años de operación	El VAN en el periodo de 5 años es superior a S/1,000,000	Sí

## Capítulo VII. Solución Sostenible

En la presente sección, se detallará el impacto social y ambiental del modelo de negocio, por el cual será avalada por el *Flourishing Business Canvas*. Así como también, se presentará el efecto cuantitativo de la solución en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y se establecerá la rentabilidad social de la solución.

### 7.1 Relevancia Social de la Solución

El proyecto para la empresa Soletanche Bachy tiene como fin el mejorar las cimentaciones de estructuras de manera sostenible, garantizando a largo plazo construcciones más seguras ante potenciales efectos de la licuación del suelo y daños ante sismos, así como la reducción del impacto ambiental, contribuyendo con los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados por la Organización de las Naciones Unidas para el 2030.

En este sentido, los objetivos abarcados incluyen el (9) Industria, Innovación e Infraestructuras y Ciudades y (11) Comunidades Sostenibles.

Según el análisis realizado, el índice de Relevancia Social (IRS) del proyecto se ha centrado en el impacto en los ODS 9 y 11, indicados líneas arriba. El ODS 9 cuenta con 8 metas, de las cuales el proyecto impacta 3, mientras que el ODS 11 cuenta con 10 metas, impactadas por 3 con el proyecto. En total, el proyecto impacta 6 metas, con un IRS de 33.3 %, por lo que se sustenta su viabilidad y relevancia social, detallado en la Tabla 19. La tabla 20 muestra el impacto de dichas metas.

Adicionalmente en el *Flourishing Business Model Canvas* que se muestra en la Figura 16, se pueden visualizar los impactos del modelo de negocio de la empresa desde los aspectos económicos, sociales y ambientales (Flourishing Business,2023).

**Tabla 20***Impacto del Proyecto en los ODS*

N° ODS	Descripción ODS	# Metas Total	# Metas Impactadas	IRS
9	Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación	8	3	37.5%
11	Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles	10	3	30.0%
		18	6	33.3%

**Tabla 21***Impacto del Proyecto en las metas del ODS 9*

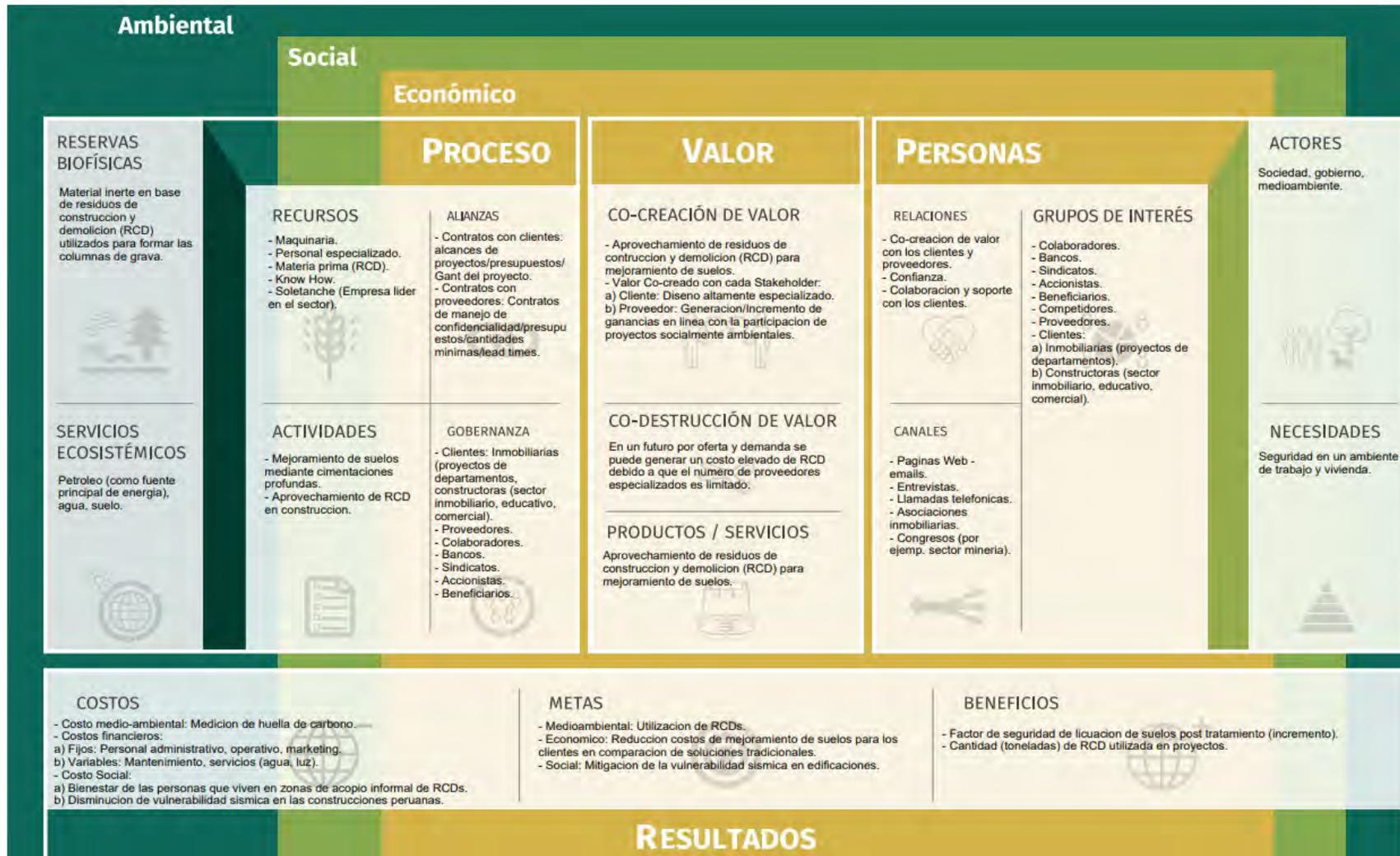
Meta	Descripción	Impacto del proyecto
9.1	Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	El proyecto busca mejorar el suelo en el que se edificarán posteriormente edificios residenciales y no residenciales, para brindar mayor seguridad a los usuarios y habitantes, especialmente en terrenos con tendencia sísmica, habituales en Perú.
9.2	Promover una industrialización inclusiva y sostenible y, de aquí a 2030, aumentar significativamente la contribución de la industria al empleo y al producto interno bruto, de acuerdo con las circunstancias nacionales, y duplicar esa contribución en los países menos adelantados	El proyecto adopta un enfoque de sostenibilidad al aprovechar los RCD que tienden a ser más descartados en países menos adelantados, con menor regulación a nivel ambiental.
9.4	De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas	El proyecto busca impulsar la reutilización de RCD en procesos industriales de gran escala y que éstos tengan menor impacto ambiental, al no utilizar grava convencional y evitando mayor extracción, cuando se puede reutilizar el RCD.

**Tabla 22***Impacto del Proyecto en las Metas del ODS 11*

Meta	Descripción	Impacto del proyecto
11.5	De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo especial hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	El proyecto se centra en mitigar los posibles daños materiales y humanos asociados a la licuación del suelo ante sismos o terremotos, sobretodo en zonas sísmicas, brindando mayor seguridad a los usuarios.
11.6	De aquí a 2030, reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo	A través de la reutilización del RCD, se evita que gran parte de éste sea desechado de manera incorrecta e ilegal, puesto que en la medida que más RCD sea aprovechado, la entidad privada lo revalorizará, revendiéndolo como materia, y las municipalidades podrían dar mayores facilidades para una mejor disposición del RCD desde su origen.
11.a	Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional	El proyecto busca el amplificar el impacto de los suelos mejorados con columnas a base de RCD, en zonas principalmente urbanas y rurales, lo cual evitará posibles necesidades de reconstrucción ante eventos sísmicos y ayudará a crear un ambiente más seguro para los usuarios.

Figura 15

Flourishing Business Model Canvas



## 7.2 Rentabilidad Social de la Solución

La rentabilidad social del proyecto se determinó en S/. 2'542,804, con lo cual se infiere que su ejecución generará un beneficio muy positivo para la sociedad. Para poder determinar la rentabilidad social o VAN Social se analizaron los beneficios sociales de aplicar el proyecto y los de costos sociales del proyecto, considerando una tasa de descuento de 8%. En la Tabla 22 se muestra el cálculo del VAN Social. Se identifican los siguientes beneficios sociales:

### 1) Excedente del consumidor:

Según los cálculos realizados se puede estimar que el uso de RCD en lugar de grava para la construcción de las columnas como parte del mejoramiento de suelos tiene una ventaja de S/.10 por m<sup>3</sup> utilizado, ya que el precio de venta es S/62.00, mientras que el precio de mercado es S/72.00 como base. Desde este punto de vista y teniendo en cuenta que para el proyecto se estima el uso de 10,654 m<sup>3</sup> por año en promedio se estima un valor de S/11',360.00 anuales sólo por utilizar columnas de grava.

### 2) Reutilización de RCD:

La cantidad estimada de gramos de CO<sub>2</sub> generados con las columnas de grava por s/. 1.00 facturado es de 118 gramos, mientras que con las columnas de RCD es de 64 gramos. Esta diferencia se debe a la reutilización del material en la construcción de las columnas.

Considerando que se tiene una facturación promedio S/. 4'608,270.00 anuales se estima que se tiene un ahorro promedio de 250tn de CO<sub>2</sub> reducidas anualmente. Dado que el costo estimado en el Sistema Europeo de Negociación de CO<sub>2</sub> (SENDECO) en soles de 1 kilo gramo de CO<sub>2</sub> en agosto del 2023 fue de €84.81 por 1 tonelada, o el equivalente a €84.81, €0.08 por 1 Kilogramo o S/.0.33, se estaría teniendo un beneficio de s/. 82,404.00 en promedio anualmente.

### **3) Reducción de Pérdidas Humanas:**

Tomando en consideración que unos de los objetivos del uso de columnas de RCD es tener ciudades seguras, las columnas de RCD deberán disminuir el potencial de licuación de suelos con lo cual evitaran el colapso y daño en las estructuras lo que se reflejará directamente en la reducción de pérdidas humanas en eventos sísmicos.

Tomando en consideración que en el último sismo del 2007 en la ciudad de Pisco se tuvieron 527 muertes y en relación con el valor de pérdida de vida prematura del MEF que establece que el costo de una pérdida prematura de una vida es de S/. 465,785.00 (MEF, 2017) se podría tener una reducción por desastre natural de pérdidas humanas de cerca de 277 millones de soles. Sin embargo, la probabilidad que todos los años se tenga un sismo extraordinario es muy baja. Según la norma técnica peruana NTP. E050, los sismos de diseño extraordinarios tienen un periodo de retorno de 50 años y la probabilidad de excedencia es del 10%. En este sentido, de manera conservadora se prorateará el valor de reducción de pérdidas de 277 millones en 50 años y multiplicado por 0.10 relacionada a la probabilidad de excedencia asociada a un sismo extraordinario.

#### **Costos sociales:**

##### **1. Generación de CO<sub>2</sub>:**

El principal costo social del proyecto será la generación de CO<sub>2</sub> por la actividad constructiva. Se estima que la tasa de CO<sub>2</sub> generada por sol facturado como se mencionó líneas arriba es de 0.64 gramos. Considerando que se tiene en promedio una generación de 295 toneladas de CO<sub>2</sub> anual se puede indicar que el costo en generación de CO<sub>2</sub> es de s/. 97, 387 en promedio por año.

**Tabla 23***Cálculo del VAN Social*

<u>Criterio / Año</u>	1	2	3	4	5	Promedio
Cantidad de proyecto	7	7	7	7	7	
Monto Facturado (S/.)	4'038,384	4'305,120	4'589,473	4'892,607	5'215,764	4'608,270
Uso de RCD (m3)	9,934	10,282	10,642	11,014	11,400	10,654
Toneladas RCD (m3)	15,895	16,451	17,027	17,623	18,239	17,047
<u>Beneficio</u>						
1. Beneficio Excedente del consumo. CE						
Precio de Venta (S/.)	62	64	66	68	70	66
Precio mercado (S/.)	72	74	76	79	81	76
Diferencia de precios (S/.)	10	10	11	11	11	11
Excedente del consumidor CE (S/.)	99,341	105,902	112,897	120,354	128,303	113,360
2. Re-utilización de RCD						
Tasa gCO2 / Soles -						
Grava	118	118	118	118	118	118
Tasa gCO2/Soles - RCD	64	64	64	64	64	64
Dif (grCO2_grava-grCO2_RCD)	54	54	54	54	54	54
Ahorro Ton CO2	219	233	249	265	283	250
Valor Sol de CO2/kg	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Soles de CO2 ahorrado S/.	72,213	76,983	82,068	87,488	93,267	82,404
3. Reducción de pérdidas humanas						
# Muertes reducidas	595	595	595	595	595	595
Valor vida S/.	465,785	465,785	465,785	465,785	465,785	465,785
Reducción	554,284	554,284	554,284	554,284	554,284	554,284
<u>Costo</u>						
1. Costo						
Tasa gCO2 / Soles	64	64	64	64	64	64
Ton CO2	259	276	294	313	334	295
Valor Sol de CO2/kg	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Costo de CO2	85,343	90,980	96,989	103,395	110,225	97,387
Impacto NETO	640,495	646,189	652,259	658,731	665,629	
<i>Tasa descuento 8%</i>						
VANS /descontado al 8%	S/	2'602,040.55				

## Capítulo VIII. Decisión e Implementación

Este apartado comprende la propuesta de implementación, detallando las actividades requeridas, así como también los responsables y el cronograma necesario para su ejecución. De la misma manera, se detalla el balance final y la decisión de los accionistas.

### 8.1 Plan de Implementación y Equipo de Trabajo

Como parte del plan de implementación, se considera una preparación mínima de 5 meses previo al lanzamiento, con tareas divididas entre los líderes del proyecto. Estas actividades involucran desde el diseño de plan estratégico, compra de materiales y ejecución del plan de marketing para la etapa de inicio, selección de personal, pruebas y controles de calidad. En el Apéndice C, se detalla el GANTT de implementación.

Conforme el plan se estima que el proyecto inicie en octubre 2023 para que Soletanche Bachy ofrezca dentro de las soluciones de mejoramiento de suelo la implementación con RCD, y el lanzamiento se realice en febrero del 2024.

### 8.2 Conclusión

- El mercado en el cual se desarrolla la solución en primera instancia es el rubro construcción, específicamente en el sector inmobiliario, el cual tiene una tendencia de crecimiento importante del 3.5% para el 2024 de acuerdo con el MEF.
- La presente solución de negocio tiene viabilidad económica para el cual el intra-emprendimiento requerirá la inversión inicial de S/1'565,119, la cual será distribuido en un 80% con la contribución de los accionistas y un 20% por financiamiento bancario. El costo de los fondos propios equivale a 12%. Para el cálculo del costo de los fondos propios, el cual se aplicó el modelo *Capital Asset Pricing Model* – CAPM, y para el WACC se obtuvo un valor de 10.6 %.

- La propuesta de negocio es sostenible a nivel económico, social y ambiental. A nivel social las columnas de RCD disminuirán el potencial de licuación de suelos con lo cual evitarán el colapso y daño en las estructuras lo que se reflejará directamente en la reducción de pérdidas humanas en eventos sísmicos.

### **8.3 Recomendación**

- Debido a la factibilidad del negocio propuesto se recomienda explorar potenciales segmentos de clientes en provincias.
- Se recomienda desarrollar una alianza estratégica con Ciclo para ampliar la cobertura de sus servicios a nivel nacional.
- Se sugiere que el plan de marketing sea intensivo y continuo dado que la solución de mejoramiento de suelos con RCD no es conocida por el mercado local, lo cual es una oportunidad de capturar dicho segmento.



## Referencias

- Ahmed et al., (2023). Improving weak soils with reinforced stone columns. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicada a la pyme*, 12(2), 78-91.  
<https://doi.org/10.17993/3ctecno.2023.v12n2e44.78-91>
- Bahadori, H., Farzalizadeh, R., Barghi, A., Hasheminezhad, A., (2018). A comparative study between gravel and rubber drainage columns for mitigation of liquefaction hazards. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*.  
<https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2018.03.008>
- Bambarén Alatrística, C. V., & Alatrística Gutiérrez, M. D. S. (2009). Estimación del impacto socioeconómico del terremoto en Pisco en el sector salud peruano. *Revista Médica Herediana*, 20(2), 177-184.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2009000200006#:~:text=En%20total%2C%20los%20da%C3%B1os%20en,a%20centros%20del%20primer%20nivel.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2009000200006#:~:text=En%20total%2C%20los%20da%C3%B1os%20en,a%20centros%20del%20primer%20nivel.)
- Bolaños Luna, A. M., & Monroy Concha, O. M. (2004). Espectros de peligro sísmico uniforme, [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1331>
- Cajas Ecológicas (2022). *Descripción del servicio*. <https://www.cajas-ecologicas.com/servicios/>
- Ceresis (2019). Vulnerabilidad Sísmica.  
<https://vulnerabilidad-sismica.uni.edu.pe/Documentacion>

Chaloulos, Y., Tasiopoulou, P., Georgarakos, T., Giannakou, A., Hacko, J., Unterseh, S. (2023).

3D Effective stress analyses of dynamic LNG tank performance on liquefiable soils improved with stone columns. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267726123004153>

Ciclo (2022) *Reciclar para construir*. <https://ciclo.com.pe/>

Corporate Finance Institute (2023). *CAC LTV Ratio*.

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/cac-ltv-ratio/>

Damodaran, A. (2023). *Betas by Sector (US)*.

[https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)

De Marzi, S., & Bruno, L. (2017). *Estimación del costo social por fallecimiento prematuro*.

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/parametros\\_evaluacion\\_social/Valor\\_Estadistico\\_Vida.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Valor_Estadistico_Vida.pdf)

El Peruano. (2021, 05 de agosto). *IGP: la mala calidad del suelo o de la construcción puede*

*hacer más daño que un sismo*. [https://elperuano.pe/noticia/126067-igp-la-mala-calidad-del-suelo-o-de-la-construccion-puede-hacer-mas-dano-que-un-](https://elperuano.pe/noticia/126067-igp-la-mala-calidad-del-suelo-o-de-la-construccion-puede-hacer-mas-dano-que-un-sismo#:~:text=%22Los%20suelos%20compactos%20aten%C3%BAan%20las,est%C3%A1n%20compuestos%20por%20materiales%20volc%C3%A1nicos)

[sismo#:~:text=%22Los%20suelos%20compactos%20aten%C3%BAan%20las,est%C3%A1n%20compuestos%20por%20materiales%20volc%C3%A1nicos](https://elperuano.pe/noticia/126067-igp-la-mala-calidad-del-suelo-o-de-la-construccion-puede-hacer-mas-dano-que-un-sismo#:~:text=%22Los%20suelos%20compactos%20aten%C3%BAan%20las,est%C3%A1n%20compuestos%20por%20materiales%20volc%C3%A1nicos)

European Commission (s.f.). *Assessment and mitigation of liquefaction potential across Europe: a holistic approach to protect structures / infrastructures for improved resilience to*

*earthquake-induced liquefaction disasters*. <https://cordis.europa.eu/project/id/700748>

European Commission (s.f.). *Construction and demolition waste*.

[https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en)

- European Parliament. (2008). *Directive 2008/98/CE of the European Parliament and of the council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives (3-30)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=CELEX:32008L0098>
- Fatta, D., Papadopoulos, A., Avramikos, E., Sgourou, E., Moustakas, K., Kourmoussis, R., Menzi's, A., & Loizidou, M. (2003). *Generation and management of construction and demolition waste in Greece -an existing challenge. Resources, Conservation and Recycling*, v 40 (1), 81-91. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344903000351>
- Gaviria, C., Gomez, D., Thomson, P., (2009). *Evaluación de la integridad de cimentaciones profundas: análisis y edificación in situ*, *Dyna*, 76 (159), 23-33. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532009000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532009000300002&script=sci_arttext).
- Hackenhaar, I.C., Waskow, R.P., Tubino, R. y Passuelo, A. (2019). Life Cycle Assessment applied to construction and demolition waste treatment: Proposal of a Brazilian scenario. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 323, No. 1, p. 012054). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/323/1/012054/meta>
- Ismail, S.; Malone, M.; Van Geest Y. y Diamandis, P. (2016). *Organizaciones Exponenciales*, Bubok Publishing S.L.
- Jaillon, L., Poon, C.S., & Chiang, Y.H. (2009). Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, 29 (1), 309-320. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X08000718>
- Jiang, J., Chu, C., Song, L., Gao, X., Huang, B., Zhang, Y. & Cao, Z. (2023). From prospecting to mining: A review of enabling technologies, LCAs, and LCCAs for improved construction and demolition waste management. *Waste Management*, 159, 12-26. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.01.017>

- Kramer, S.L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice Hall.
- Laquatra, J., & Pierce, M. (2011). Waste management at the construction site. *Integrated waste management*, 1, 281-300.
- León, J. (2017, 26 de agosto). En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>
- Maraboto, L. (2018). Peligro, vulnerabilidad y riesgo sísmico. *Revista Ciencia*. 69 (3), 30-35. <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-69-numero-3/383-peligro-vulnerabilidad-y-riesgo-sismico>.
- Milián Gutiérrez, F. J. (2005). *Columnas de grava para el mejoramiento de suelos* [Tesis de doctorado, Universidad del Valle de Guatemala].
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023) *Informe de actualización de proyecciones macroeconómicas 2023-2026*. [https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol\\_econ/marco\\_macro/IAPM\\_2023\\_2026.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/marco_macro/IAPM_2023_2026.pdf)
- Ministerio de Educación Gobierno de Chile, Unidad de Riesgos de Reducción de Desastres, *Terremoto 27F*, <https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/terremoto-27f/>
- Ministerio de Vivienda. (2022, 04 de abril). *Decreto Supremo N.º 002-2022-VIVIENDA. Decreto Supremo que aprueba el reglamento de gestión y manejo de los residuos sólidos de la construcción y demolición*. Diario Oficial El Peruano 16553. <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/3310632-002-2022-vivienda>
- Ministerio de Vivienda. (2019, 11 de febrero). *Norma Técnica E. 030 Diseño Sismorresistente*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/299950/d289856_opt.pdf)

- Montejo, E. (2023, 05 de setiembre). Chile 1960 y los terremotos más grandes de la historia. *National Geographic*. <https://www.ngenespanol.com/historia/cual-es-el-terremoto-mas-grande-de-la-historia/>
- Mora, R. (2020). Técnicas de mejoramiento de suelos. *Universidad de Costa Rica*. DOI:10.13140/RG.2.2.20060.62082
- Ortega, M. y Ceballos, P. (2015). *Design thinking: Lidera el presente. Crea el futuro*. Esic editorial.
- Poon, C.S., Yu, A.T.W., & Ng, L.H. (2001, junio). On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, 32(2), 157-172. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344901000520>
- Sánchez, N. L. (2013). *Licuefacción de suelos*. UNEFA. Venezuela. <https://civilgeeks.com/2013/02/01/licuefaccion-de-suelos/>
- Sendeco (2023). Sistema europeo de negociación de CO<sub>2</sub>. <https://www.sendeco2.com/es/precios-co2>
- Soto-Paz, J., Arroyo, O., Torres-Guevara, L., Parra-Orobio, B. & Casallas-Ojeda, M. (2023). The circular economy in the construction and demolition waste management: A comparative analysis in emerging and developed countries. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107724>
- Tadolge, V., Daima, M., Bhavsar, S. & Mahala, S. (2020). Experimental study on stone column using concrete waste in black cotton soil. *International Journal of Engineering Research & Technology*. DOI: 10.17577/IJERTCONV9IS03031

Tavera, H., Bernal, Y., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A. & Ishizawa, O. (2014). Re-evaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú. *Instituto Geofísico del Perú*.

<https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/783>

Teara, A., Ing, D. & Tam, V. (2018, Abril). The use of waste materials for concrete production in construction applications. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 342, p. 012062). *IOP Publishing*. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/342/1/012062/pdf>

Vacanas, Y., Danezis, C., Singh, A., Yazdani, S. (2020). Effect of replacing crushed stone in stone columns by waste material on soil improvement ratio. *International Structural Engineering and Construction*. [https://www.isec-society.org/ISEC\\_PRESS/EURO\\_MED\\_SEC\\_03/pdf/GFE-09.pdf](https://www.isec-society.org/ISEC_PRESS/EURO_MED_SEC_03/pdf/GFE-09.pdf)

Villagrán-Zaccardi, Y. A., Marsh, A. T., Sosa, M. E., Zega, C. J., De Belie, N., & Bernal, S. A. (2022, febrero). Complete re-utilization of waste concretes—Valorisation pathways and research needs. *Resources, Conservation and Recycling*, 177, 105955. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105955>

## Apéndices

### Apéndice A: Preguntas para Entrevista – Perfil del usuario

**Tabla A1**

*Preguntas para entrevista – Perfil de usuario*

Pregunta	Pregunta
01	En terrenos con problemas de capacidad portante y licuación de suelos, ¿cuál es la solución que más utilizan?
02	¿Terceriza algunos procesos de construcción, podría explicar cuáles son?
03	¿Cuenta con proveedores calificados para el abastecimiento de productos (materiales y servicios)?
04	¿Cuán abierto está en poder utilizar procedimientos no tradicionales a esta solución?
05	¿Cuáles son las soluciones de mejoramiento de suelos que conoce?
06	¿En qué zonas del país tiene mayor presencia de proyectos?
07	¿Qué cantidad de desmonte genera aproximadamente al año su empresa en total?
08	¿Qué dificultades se presentan durante el proceso de cimentación?
09	¿Qué tipo de limitaciones se presentan en el abastecimiento de los insumos / materia prima utilizada para este proceso en los últimos años?
10	¿Qué tipo de reclamos de clientes presentaron por el proceso de cimentación?
11	¿Qué dificultades se presentaron al momento de reclutar personal para el servicio especializado?
12	¿Cuáles serían las principales razones que le motivarían a implementar un nuevo proceso de cimentación?
13	¿Actualmente el proceso de cimentación que su empresa realiza genera desperdicios o contaminación? Si fuera sí, ¿cómo lo tratan?
14	¿Cuál es su perspectiva hacia el uso de materiales reciclados/ eco amigables en construcción?

15	¿Cuál es la perspectiva de sus clientes sobre el uso de materiales reciclados/eco amigables en construcción?
16	¿Actualmente usa materiales reciclados en la construcción de los cimientos?
17	¿Qué innovaciones o mejoras propondría realizar en este proceso?
18	¿Ha escuchado acerca de alternativas en el proceso de cimentación?
19	¿Cómo evaluaría una alternativa de material de construcción – grava – a partir de material reciclado?
20	¿Cuán interesado está en lograr certificaciones <i>Leed</i> en sus proyectos?
21	En proyectos de demolición, donde se tiene que hacer nuevas estructuras. ¿Recibe algún beneficio del desmonte que se origina?



## Apéndice B: Preguntas para Entrevista – proyecto Soletanche Bachy

**Tabla B1**

*Preguntas para entrevista – Proyecto Soletanche Bachy*

Número de pregunta	Pregunta
01	En terrenos con problemas de capacidad portante y licuación de suelos. ¿Cuál es la solución que más utilizan?
02	¿Cuán competitivas comercialmente son las columnas de grava para proponer como solución de problemas de licuación?
03	¿Cuán abierto está en poder utilizar procedimientos no tradicionales a esta solución?
04	¿Cuáles son las soluciones de mejoramiento de suelos que conoce?
05	¿En qué zonas del país tiene mayor presencia de proyectos?
06	¿Cuán viable ve el uso de residuos de desmonte para generar columnas de grava?
07	¿Los clientes suelen tener interés por tener certificaciones LEED o medioambientales?
08	¿La empresa Soletanche Bachy Perú tiene metas medioambientales desde el punto de vista de diseño y construcción?
09	¿Qué desventaja ve en el uso de columnas de RCD para mejorar el suelo?

## Apéndice C: Cotización de Piedra Chancada – Constructora ARX

Señores:  
SOLETANCHE BACHY PERÚ (SBP S.A.C.)  
Presente. -

Atención: MSc. Ing. Jose Antonio Sousa  
Gerente de Desarrollo de Nuevos Negocios

Servicio: Suministro de Material  
Lugar: PPTO 1.0 AGREGADOS: Cantera Birrak (Ventanilla)

De nuestra Consideración:

Por medio de la presente, es grato dirigirnos a Ustedes para saludarles y hacer llegar nuestra cotización, la misma que se detalla a continuación:

PPTO 1.0 AGREGADOS:

ITEM	DESCRIPCION	UND	PRECIO UNITARIO (US\$)
1.0	PIEDRA DE 1 1/2" - 3/8"	m3-5	10.00

NOTAS:

1. Los precios están presupuestados en Dólares
2. Los precios incluyen Gastos Generales y Utilidades
3. Los precios NO incluyen IGV (Impuesto General a las Ventas)
4. El material será ensayado en cantera antes del suministro según lo indicado en las Especificaciones Técnicas entregadas por el cliente.
5. Forma de Pago: adelantado (se puede fraccionar el pago y la entrega)
6. El material es entregado en cantera e incluye carguío a volquete.
7. El material será cubicado en el volquete y se respetará el volumen indicado en la guía.

Agradecemos de antemano la atención a la presente y esperando poder servirle, quedamos ante Usted.

Atentamente

---

Javier Helghes  
CONSTRUCTORA ARX  
Representante Legal

## Apéndice D: Cotización de RCD - Ciclo



**MP Recicla SAC**  
 Departamento: Lima, Provincia: Lima, Distrito: La Molina, Urbanización: Sta. Patricia, Dirección: Calle Ayacucho Mz U Lote 32 II Etapa Santa Patricia, Código ubigeo: 150114, Telf: +51 956731017, ventas@ciclo.com.pe - www.ciclo.com.pe

**RUC 20600289544**  
**Cotización**  
**No. 2022193**

<b>SEÑOR(ES)</b>	SOLETANCHE BACHY PERU SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - SOLETANCHE BACHY	<b>FECHA DE EMISIÓN (DD-MM-AA)</b>	11/01/2023
<b>DIRECCIÓN</b>	CAL. LOS ANTARES NRO. 320 INT. 806 URB. LA ALBORADA	<b>FECHA DE VENCIMIENTO (DD-MM-AA)</b>	11/01/2023
<b>CIUDAD</b>	Lima		
<b>TELÉFONO</b>		<b>RUC</b>	20600373863

Item	Precio	Cantidad	Total
Agregado Reciclado (m3)	S/26.00	9000.00	S/234,000.00
Transporte (Viaje)	S/900.00	360.00	S/324,000.00

Seiscientos cincuenta y ocho mil cuatrocientos cuarenta con 00/100 soles

La cotización tiene una validez de 15 días calendario. Se requiere una orden de compra y contrato para iniciar los servicios. Somos una E.O.-RS-0255-19-100109. Somos una Planta de reciclaje de Residuos de construcción y demolición RD 006-2019-DGAAMI MP RECICLA. Forma de pago: Al contado. La entrega de materiales se realizará en un periodo de 8 semanas. Se transportará en camiones volquetes de 25m3, se realizará 360 viajes. El volumen del material solicitado es de 9,000m3. El material es puesto en obra incluye transporte. Se entregará agregado grueso reciclado, Grava reciclada limpia con granulometría de 10 a 40mm. Menos de 2% de finos. Sin materia orgánica. Material suficientemente duro: Los Angeles < 35%. Material que no se degrade con el tiempo. Material con aristas (caras planas) El cliente debe brindar las facilidades para la descarga. El material será entregado en el km.8 de la Av. Néstor Gambeta. Toda coordinación de inicio y término de servicio se realiza con 48 horas de anticipación. El precio de flete es por viaje. Contamos con: EPPS/SCTR. N° de cuenta corriente Soles Interbank: 054-3002938195 / CCI 003-049-003002938195-48. N° de cuenta corriente Soles BCP: 1904-9841989-0-27 / CCI 002193-00-9841989-0-2710. Cuenta de Detracción: 00-006-126714. Condiciones del servicio: Horarios de atención: de L-V 07:30 am - 18:00 pm / S 7:30 am - 13:00 pm. No se realizan servicios lentados ni domingos. No se realizan trabajos en horario nocturno

Subtotal	S/558,000.00
IGV (18.00%)	S/100,440.00
<b>Total</b>	<b>S/658,440.00</b>

**Total de items: 9360**

## Apéndice E: Coeficiente de Organizaciones Exponenciales

### ¿CUÁL ES TU COEFICIENTE EXPONENCIAL?

Cada pregunta recibe una puntuación de 1 a 4 (total: 84).  
Las ExO consiguen una puntuación superior a 55 sobre 84.

#### *Recursos humanos y Gestión de activos*

1) *¿En qué proporción contratas empleados a tiempo completo en lugar de empleados a demanda?\**

- Solo utilizamos empleados a tiempo completo (1 punto).  
 Utilizamos principalmente empleados a tiempo completo y algunos empleados a demanda en áreas que no son críticas para la misión (por ejemplo, TI, producción de eventos, etc.) (2 puntos).  
 Utilizamos empleados a demanda para aumentar las áreas de misión crítica (por ejemplo, operaciones, producción, RR. HH., etc.) (3 puntos).  
 Utilizamos principalmente empleados a demanda además de un pequeño equipo base a tiempo completo (4 puntos).

2) *¿En qué proporción utilizas recursos externos para llevar a cabo funciones empresariales?\**

- La mayor parte de las funciones empresariales son gestionadas por empleados internos.  
 Externalizamos algunas funciones administrativas y de apoyo (por ejemplo, deudores, acreedores, help desk, instalaciones, etc.).  
 Externalizamos algunas funciones críticas para la misión (por ejemplo, Apple y Foxconn).  
 Ponemos el énfasis en la agilidad —incluso las funciones de misión crítica se externalizan como costes variables en lugar de como costes fijos.

3) *¿En qué proporción tienes activos en propiedad en contraposición con activos alquilados en tu organización?\**

- Tenemos la propiedad de todos los activos, excepto del equipo periférico (por ejemplo, las fotocopadoras).  
 Accedemos a algunos equipos/servicios clave a demanda (por ejemplo, computación en la nube).  
 Utilizamos activos a demanda en múltiples funciones empresariales (por ejemplo, Hackerspaces u oficinas compartidas vs. alquiler o compra de espacios de oficina; utilizar Netjet vs. adquirir un jet propio).  
 Utilizamos activos a demanda incluso en áreas de misión crítica (por ejemplo, Apple y Foxconn).

### Comunidad y Entorno

4) *¿En qué grado gestionas e interactúas con tu Comunidad (usuarios, clientes, socios, fans)?\**

- Nos involucramos de una forma muy pasiva con nuestra comunidad (es decir, utilizamos algunos medios de comunicación sociales).
- Aprovechamos nuestra comunidad para realizar investigación de mercado y otras actividades de escucha.
- Utilizamos activamente la comunidad para llegar más lejos y para funciones de asistencia y marketing.
- La comunidad tiene una gran influencia en nuestra organización (por ejemplo, ideas de producto, desarrollo de producto).

5) *¿Cómo haces que tu Comunidad se involucre?\**

- Nada más allá del servicio al cliente estándar (por ejemplo, CRM tradicionales).
- Nuestra comunidad está centralizada y la comunicación es «de uno a muchos» (por ejemplo, TED.com, Apple).
- Nuestra comunidad está descentralizada y la comunicación es de «muchos a muchos» pero pasiva y con un único propósito (por ejemplo, LinkedIn, Facebook).
- Nuestra comunidad está descentralizada, la comunicación es de «muchos a muchos» y dirige la creación de valor de igual a igual (por ejemplo, DIY Drones, GitHub, Wikipedia).

### Compromiso de Comunidad y Entorno

6) *¿Conviertes activamente «el Entorno» (público general) en miembros de Comunidad?\**

- Utilizamos técnicas estándar como RP para aumentar la concienciación de nuestra existencia.
- Aprovechamos los medios de comunicación sociales para fines de marketing.
- Utilizamos gamificación y competiciones de incentivos para convertir el entorno en comunidad.
- Nuestros productos y servicios están diseñados inherentemente para convertir el entorno en comunidad (por ejemplo, memes compartibles como el bigote Lyft o la firma de Hotmail).

7) *¿Cuánto utilizas la Gamificación o las Competiciones de Incentivos?\**

- Utilizamos gamificación/competiciones de incentivos únicamente para motivación interna (por ejemplo, vendedor del mes).
- Utilizamos gamificación básica de forma externa (por ejemplo, programas de fidelización, programas de viajero frecuente).
- Construimos gamificación/competiciones de incentivos en el seno de nuestros productos y servicios (por ejemplo, Foursquare).
- Utilizamos gamificación/competiciones de incentivos para conducir la ideación y el desarrollo de producto (por ejemplo, Quirky, Kaggle).

### **Información y Capacitación Social**

8) *¿Hasta qué punto se basan tus productos y servicios en información?\**

- Nuestros productos/servicios son físicos por naturaleza (por ejemplo, Starbucks, Levi's o los comercios más tradicionales).
- Nuestros productos/servicios son físicos, pero su entrega y/o producción se basa en la información (por ejemplo, Amazon).
- Nuestros productos/servicios son físicos, pero los servicios se basan en la información y generan ingresos (por ejemplo, iPhone/App Store).
- Nuestros productos/servicios se basan completamente en información (por ejemplo, LinkedIn, Facebook, Spotify, Netflix).

9) *¿En qué proporción es la colaboración y funcionalidad social un elemento central de tu oferta de producto/servicio?\**

- No se diseña ningún aspecto social/colaborativo en nuestros productos/servicios (por ejemplo, al comprar un cortacésped).
- Hemos creado estructuras sociales/colaborativas en servicios/productos existentes (por ejemplo, los productos tienen una página de Facebook o una cuenta de Twitter).
- La funcionalidad social/colaborativa se utiliza para mejorar o presentar la oferta de producto/servicio (por ejemplo, 99Designs, Indiegogo, Taskrabbit).
- Los inputs sociales/colaborativos construyen, de hecho, nuestra oferta de productos/servicios (por ejemplo, Yelp, Waze, Foursquare).

### **Datos y Algoritmos**

10) *¿En qué proporción utilizas algoritmos y aprendizaje automático para tomar decisiones significativas?\**

- No hacemos ningún análisis de datos significativo.
- Recogemos y analizamos datos principalmente a través de los sistemas de información.
- Utilizamos algoritmos de Aprendizaje Automático para analizar datos y llevar a cabo decisiones accionables.
- Nuestros productos y servicios se construyen en torno a algoritmos y aprendizaje automático (por ejemplo, PageRank).

11) *¿Compartes activos de datos estratégicos internamente en el seno de la compañía o los expones externamente a tu comunidad?\**

- No compartimos datos, incluso entre departamentos.
- Tenemos datos compartidos entre departamentos (por ejemplo, utilizamos cuadros de mandos internos, flujos de actividad y páginas wiki).

- Exponemos algunos datos para proveedores claves (por ejemplo, interfaces EDI o a través de API).
- Exponemos algunos datos para nuestro ecosistema externo a través de API abiertas (por ejemplo, Flickr, Google, Twitter, Ford).

#### ***Interfaces y Procesos escalables***

12) *¿Tienes procesos especializados para gestionar la salida de externalidades dentro de tu organización interna? (por «externalidades» queremos decir Empleados a Demanda, Comunidad/Entorno, Algoritmos, Activos Alquilados y Compromiso)\**

- No aprovechamos externalidades o no tenemos procesos especiales para capturar o gestionar externalidades.
- Tenemos empleados dedicados a gestionar externalidades (por ejemplo, X Prize crea un premio de excepcionalidad, aplicaciones TEDx gestionadas manualmente).
- Tenemos un procesamiento automatizado de una externalidad (por ejemplo, Elance o DonorsChoose).
- Tenemos un procesamiento automatizado de varias externalidades (por ejemplo, Indiegogo, Github, Uber, Kaggle, Wikipedia).

13) *¿Cómo de replicables y escalables son los procesos clave fuera de la organización nuclear?\**

- Tenemos procesos tradicionales, principalmente manuales (a menudo confinados por SOP — Procedimientos Operativos Estandarizados, por sus siglas en inglés).
- Algunos de nuestros procesos son escalables y repetibles, pero solo dentro de la organización.
- Algunos de nuestros procesos operan fuera de la organización (por ejemplo, acontecimientos TEDx, XPRIZE o estructuras franquiciadas).
- Muchos procesos nucleares se están autoabasteciendo y ejecutando fuera de la organización a través de plataformas escalables (por ejemplo, AirBnB o AdSense).

#### ***Cuadros de mandos a tiempo real y Gestión de empleados***

14) *¿Con qué métricas realizas un seguimiento de tu organización y de tu portfolio de innovación de producto? (Por ejemplo, Lean Startup Analytics)\**

- Solo realizamos un seguimiento tradicional mediante Indicadores Clave de Rendimiento mensual/trimestral/anual (por ejemplo, ventas, costes, beneficios).
- Recogemos algunas métricas tradicionales a tiempo real mediante sistemas transaccionales (por ejemplo, el Sistema de Planificación de Recursos Empresariales).
- Recogemos métricas tradicionales a tiempo real y métricas de Lean Startup (valor y aprendizaje) como uso repetido, monetización, referencia y Net Promoter Score.

15) *¿Utilizas alguna variante de Objetivos y Resultados Claves (OKR) para realizar el*



*seguimiento del rendimiento individual o de equipo?\**

- No, utilizamos una revisión de rendimiento tradicional trimestral/anual o 360 revisiones o clasificaciones aplicables.
- Hemos implementado OKR en áreas de innovación o en las fronteras de la organización.
- Los OKR se utilizan en toda nuestra organización (por ejemplo, LinkedIn).
- Los OKR se utilizan en nuestra organización con transparencia completa (por ejemplo, en Google todo el mundo puede ver el rendimiento del otro).

### ***Experimentación y Riesgo***

*16) ¿Tu organización constantemente optimiza procesos a través de experimentación, testado A/B y bucles de feedback cortos (por ejemplo, metodología Lean Startup)?\**

- No, utilizamos procesos de gestión empresarial tradicionales (BPM).
- Utilizamos el enfoque Lean (u otro similar) en áreas de cliente como marketing.
- Utilizamos el enfoque Lean para innovación de producto y desarrollo de producto.
- Utilizamos el enfoque Lean para todas las funciones nucleares (innovación, marketing, ventas, servicio, RR. HH., ¡incluso legal!).

*17) ¿En qué proporción toleras el fracaso y animas a arriesgar?\**

- Fracasar no es una opción (NASA) y es un movimiento muy perjudicial para tu carrera profesional.
- Se anima al fracaso y al riesgo, pero solo de palabra y sin realizar ningún seguimiento ni cuantificar.
- Fracasar y asumir riesgos está permitido y es cuantificado, pero de forma muy controlada en skunkworks o con fronteras muy definidas (por ejemplo, Lockheed Skunk Works).
- Fracasar y tomar riesgos se espera, se mide e incluso se celebra en toda la organización (por ejemplo, Amazon, Google, el Premio al Fracaso Heroico de P&G).

### ***Autonomía y Descentralización***

*18) ¿Opera tu organización con grandes estructuras jerárquicas o con pequeños equipos autoorganizados y multidisciplinarios?\**

- Tenemos una jerarquía corporativa tradicional con grandes grupos especializados que operan aisladamente.
- Tenemos algunos equipos pequeños, multidisciplinarios que, operan en las fronteras, alejados del núcleo.
- Tenemos algunos equipos pequeños, multidisciplinarios, aceptados y acogidos dentro de la organización nuclear.
- Los pequeños equipos autoorganizados, multidisciplinarios, en red, son las estructuras operativas primarias en la organización (por ejemplo, Valve).

19) *¿En qué proporción está la toma de decisiones/autoridad descentralizada?\**

- Nuestra organización utiliza el mando y el control tradicional de arriba abajo.
- La toma de decisiones descentralizada tiene lugar en I+D, innovación y desarrollo de producto.
- La toma de decisiones descentralizada tiene lugar en todas las áreas de cara al cliente como marketing, ventas, etc. (por ejemplo, Zappos).
- Todas las decisiones clave están descentralizadas (excepto propósito, cultura y visión; por ejemplo, Valve).

#### ***Tecnologías sociales y Empresas sociales***

20) *¿Utilizas herramientas sociales avanzadas para compartir conocimiento, comunicación, coordinación y/o colaboración (por ejemplo, Google Drive, Asana, RedBooth, Dropbox, Yammer, Chatter, Evernote)?\**

- No, el correo electrónico es nuestro vehículo de comunicación primario.
- Algunos equipos utilizan herramientas sociales, pero no en toda la organización.
- La mayor parte de las unidades empresariales utilizan herramientas sociales (y algunos proveedores/socios externos, aunque a menudo desautorizados).
- El uso de herramientas sociales se gestiona a través de la organización como política de empresa.

21) *¿Cuál es la naturaleza y el foco de tu propósito o misión organizativa?\**

- Nuestra Misión se centra en ofrecer los mejores productos y servicios.
- Nuestra Misión se centra en nuestros valores nucleares como organización, extendiéndose más allá de los productos y servicios ofertados.
- Nuestra Misión va más allá de servir a los clientes finales; el objetivo es llevar un cambio positivo a nuestro ecosistema completo de proveedores, partners, vendedores y empleados.
- Tenemos un propósito transformador que va más allá de la Declaración de Misión. Aspiramos a llevar un significado más completo al mundo.



## Apéndice F: Gantt de Implementación del Proyecto

**Figura F1**

### Proyecto: Mejoramiento de Suelos con RCD

Soletanche Bachy Perú

