

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

Proyecto Startup: BIOINNOVACION

Nathaly Lizeth Vela Llanos

Ingeniería en Biotecnología

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniera en Biotecnología

Quito, 21 de diciembre de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Proyecto Startup: BIOINNOVACION

Nathaly Lizeth Vela Llanos

Nombre del profesor, Título académico

María José Pozo Andrade, MBS

Quito, 21 de diciembre de 2020

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Brenda Lizeth Tito Crespo - Nathaly Lizeth Vela Llanos

Código: 00135519 - 00130850

Cédula de identidad: 1722123799 - 1720102530

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour *et al.* (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour *et al.* (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

En la actualidad se conoce mucho más sobre el potencial biotecnológico que pueden presentar los microorganismos, como es el caso de *Bacillus subtilis* que se utiliza en el biocemento para evitar la formación de grietas. Se trata de una bacteria formadora de esporas y como producto de su metabolismo puede formar biominerales como piedra caliza o carbonato de calcio. Por otro lado, el plástico a nivel mundial representa el 12% de contaminantes sólidos, ya que su persistencia en el planeta es mayor a los 100 años. De esta manera, el objetivo del proyecto es utilizar ambos elementos para innovar y revolucionar la industria de la construcción, elaborando biocemento reforzado, es decir, un cemento con capacidad de auto regeneración. El objetivo es disminuir la problemática de formación de grietas y a su vez, optimizar los residuos plásticos, aportando a la reducción de contaminación ambiental. De esta manera nace BIOINNOVACION, una empresa biotecnológica con intereses en el área de la construcción e innovando en la industria con el biocemento reforzado nombrado “Concreplast”, el cual tiene un futuro prometedor.

Palabras clave: *Bacillus subtilis*, grietas, esporas, piedra caliza, plástico, innovación, industria de la construcción, biocemento reforzado

ABSTRACT

Nowadays, much more is known about the biotechnological potential that microorganisms can present. Such is the case for *Bacillus subtilis*, a species that can be used in biocement to prevent cracks. This species is a spore-forming bacterium and as a product of its metabolism it can produce biominerals such as limestone or calcium carbonate. On the other hand, plastic worldwide represents 12% of solid pollutants since its persistence on the planet is greater than 100 years. Therefore, the objective of the project is to use both elements to innovate and revolutionize the construction industry, producing reinforced biocement. That is, a cement with self-regeneration capacity to reduce the problem of crack formation and in turn, optimize plastic waste, contributing to the reduction of environmental pollution. Thus, BIOINNOVACION was born, a biotechnology company with interests in the construction area and innovating in the industry with its reinforced bio-cement “Concreplast”, which has a promising future.

Keywords: *Bacillus subtilis*, cracks, spores, limestone, plastic, innovation, construction industry, reinforced bio-cement

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
Misión	12
Tecnología.....	13
Estructura y organización	16
Análisis de mercado	18
Alianzas estratégicas	20
Plan operativo	21
Plan financiero	22
Conclusiones	24
Tablas	25
Figuras.....	27
Referencias bibliográficas.....	29
Anexos	33
Anexo A: Sellado de las grietas por medio de <i>Bacillus</i>	33
Anexo B: Antes y Después de la autoregeneración en la grieta por acción de <i>Bacillus</i>	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Amortización cuota fija – préstamo Banco del Pichincha.....	25
Tabla 2. Proyección del segundo año de producción de BIOINNOVACION.....	26
Tabla 3. Proyección de los 5 años de producción – Resumido.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura organizacional del proyecto.....	27
Figura 2. Isologo de la empresa BIOINNOVACION.....	28

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el plástico se ha convertido en un gran inconveniente, incluso se conoce que hay islas de basura en los océanos, convirtiéndose en un problema para animales acuáticos y el medioambiente. La mayor parte del plástico es fabricado a partir de derivados de hidrocarburos (PlasticsEurope, 2020), para reducir su presencia, se ha optado por realizar procesos físicos de degradación; sin embargo, esto genera littering, lo cual son residuos plásticos que no se pueden llegar a desintegrar y son desechados, contribuyendo a la contaminación ambiental (Robles, 2019). Pensando en una alternativa que sea viable, el plástico triturado puede ser integrado en la industria de construcción, debido a que se conoce que este material puede reemplazar un porcentaje del uso de arena en las mezclas con concreto. Esta alternativa evita la formación de littering y disminuye el porcentaje de plástico abandonado; además, aporta al biocemento alta maleabilidad y resistencia, características importantes para reforzar las estructuras de la construcción (Flores *et al.*, 2014).

Se conoce que el concreto en obras civiles sufre deterioros con el paso del tiempo, dando como resultado la formación de grietas que deben ser selladas con diferentes compuestos no tan eficaces. Nuestra empresa BIONNOVACIÓN pretende revolucionar la industria de la construcción mediante la implementación de microorganismos y plástico triturado en el concreto tradicional, teniendo como producto final un biocemento reforzado. Este biocemento posee bacterias encapsuladas que contienen extracto de levaduras y lactato de calcio, siendo fuentes indispensables para la reproducción y crecimiento de *Bacillus subtilis* (Cuadros, 2018).

Las bacterias y el lactato de calcio se encuentran encapsuladas en hidrogel, gel sílice, arcilla extendida o poliuretano. Al momento que se da la formación de grietas en el cemento, la cápsula entra en contacto con el agua y se activan las endosporas de *Bacillus subtilis*. Las

bacterias entran en fase exponencial, es decir, empiezan a replicarse y generan como producto de su metabolismo la segregación de piedra caliza o carbonato de calcio que repara las grietas, en un periodo de 3 semanas aproximadamente (Pittas, s/f).

Esta innovación representa ahorros económicos en la industria de la construcción, ya que no se encontrará la necesidad de invertir en productos adicionales para la reparación de grietas. Con la implementación de plástico triturado en el biocemento, se pretende disminuir en cierta medida el problema de contaminación y persistencia que este residuo representa, ya que toma alrededor de 150 años en degradarse (Aqua, 2020). También se evita el littering, que son los desperdicios de plástico que no pueden ser degradados, es decir, los residuos de los residuos (Wesley *et al.*, 2013). Con esta idea se pretende involucrar a pequeños recolectores nacionales de plástico, creando así nuevas oportunidades de trabajo.

Al desarrollar la propuesta de nuestro proyecto Startup, se desea resolver 3 problemas: En primer lugar, el más relevante: reducir y optimizar los desechos de plástico abandonado para producir un biocemento reforzado. Además, al comprar el plástico a pequeños recolectores nacionales, se aspira dar un apoyo económico, generando nuevos puestos de trabajo fijos. Y finalmente, ahorrar costos a largo plazo para las personas o industrias interesadas debido a que el biocemento reforzado presenta características importantes que promete mayor durabilidad y autoreparación.

MISIÓN

BIOINNOVACION es una empresa biotecnológica que pretende aportar con sus servicios en la industria de la construcción, ofreciendo soluciones innovadoras que resuelvan problemas comunes y persistentes. Un ejemplo es la formación de grietas, lo cual representa un gasto económico adicional a futuro, siendo un gran problema tanto para empresas constructoras como para futuros propietarios de dichas obras.

Nuestra empresa pretende mejorar el cemento, implementando plástico triturado y bacterias del género *Bacillus*, ya que estas poseen la capacidad de generar biominerales como producto de su metabolismo, dando como resultado mayor resistencia, durabilidad y autoreparación del concreto. Esta innovación tiene un futuro prometedor para el crecimiento sustentable en la industria de construcciones y a su vez un aporte para la conservación del medio ambiente, ya que se reduce el porcentaje de residuos plásticos.

Buscamos que esta innovación cumpla con mayor durabilidad y resistencia, a comparación de cementos que se comercializan en el mercado ecuatoriano. Reduciendo al máximo la probabilidad de grietas o fallas en la aplicación del cemento gracias a su capacidad regenerativa. Nuestro nicho de mercado son empresas constructoras que buscan innovar y solucionar el problema de formación de grietas, ofreciendo un valor agregado a sus construcciones.

TECNOLOGÍA

Como se ha mencionado anteriormente, el biocemento reforzado, implementa el uso de bacterias del género *Bacillus*, la cual es una bacteria capaz de resistir condiciones extremas tales como las reacciones químicas que se generan en el concreto (Yang *et al.*, 2011). *Bacillus* pertenece al grupo de bacterias alcalófilas, anaerobios o aerobios facultativos, que forma endosporas cuando se presentan condiciones adversas o extremas. (Calvo y Zúñiga, 2010). Las endosporas son células especializadas, que presentan una ventaja competitiva para la supervivencia en ambientes extremos y de escasos recursos, ya que, permite que las bacterias se mantengan latentes hasta que las condiciones mejoren y puedan volver a ser metabólicamente activas (McKenney *et al.*, 2013).

En comparación de otros grupos de bacterias, *Bacillus* posee una membrana celular más gruesa que le otorga la capacidad de sobrevivir y soportar las fuerzas intra mecánicas del cuerpo del concreto. Es por esto que la incorporación de endosporas de *Bacillus subtilis* en el concreto es una alternativa viable para la reparación de grietas, asimismo, se pueden aislar en el laboratorio de forma fácil, segura y rentable (Yang *et al.*, 2011). Para su adquisición, se las puede obtener directamente con un distribuidor autorizado , ya que se necesita un nivel de bioseguridad tipo 1 (BSL – 1) (ATCC, 2020).

Para la incorporación de estas bacterias al cemento y la conservación de su actividad metabólica, es necesario formar una barrera de protección. Materiales protectores como hidrogel, gel sílice, arcilla extendida y poliuretano, permite mantener a las bacterias latentes durante más años en el cemento (Wang *et al.*, 2012).

La capacidad de biomineralización es una característica presente en *Bacillus*, es decir, la formación de biominerales como producto de su metabolismo, ya que pueden precipitar

carbonato de calcio o piedra caliza. Este mineral es altamente resistente y puede ser utilizado dentro de las construcciones ya que permite que las grietas sean auto reparadas. Este proceso es posible cuando las bacterias se vuelven a activar dentro del biocemento, lo cual ocurre al momento que el agua entra en las grietas, así la cápsula protectora se disuelve y *Bacillus subtilis* se replica, siendo metabólicamente activa para producir biominerales (Dhami *et al.*, 2012) (Anexo A).

En la encapsulación además de bacterias latentes, también está presente lactato de calcio y extracto de levadura que funciona como alimento y nutrientes respectivamente, las cuales serán fundamentales para la formación del carbonato de calcio. El producto del metabolismo sella las grietas que van de un ancho de 2 a 8 mm, evitando así el paso de agua, oxígeno u otras sustancias que pueden atacar al concreto, afectando su vida útil y durabilidad (Alshalif, 2016) (Anexo B).

Por otra parte, conociendo que el plástico es uno de los contaminantes más grandes a nivel mundial, la implementación en el biocemento es una alternativa viable. Conscientes con esta gran problemática ambiental, la incorporación y sustitución parcial de la arena por el plástico triturado, atribuye ventajas importantes como: aislante térmico, alta maleabilidad y resistencia (Alshalif, 2016). Además, posee un bajo peso a comparación de la arena, permitiendo que la estructura sea más liviana y consiguiendo una mejor compactación (García De Los Santos *et al.*, 2013). Esto presenta una ventaja al momento de construir los cimientos ya que, al reducir la carga de la estructura, los cimientos también podrían ser más pequeños, disminuyendo así los costos en la construcción (Fernández, 2015).

El biocemento que se pretende producir por medio de la empresa BIOINNOVACION, se conforma por cemento común, plástico triturado y *Bacillus subtilis*, en una combinación del

80% y 20%. El cemento conforma un total del 80% en esta composición, mientras que el plástico el 20%; y por parte de las bacterias, es necesario incorporar una cantidad aproximada de 3×10^8 bacterias por cada mililitro de mezcla (Asenjo Alarcón, 2019).

Propiedad Intelectual

El registro de la propiedad intelectual se realiza por medio de solicitudes en línea a través del SENADI. Aquí se registrará nuestra marca “BIOINNOVACION” (SICE, 2020). Para registrar nuestra patente de invención, se consideran los requisitos: novedad, nivel inventivo y aplicación industrial (PI, 2019). Como novedad, se puede destacar que el biocemento presenta la capacidad de autoregeneración, mayor durabilidad y resistencia. Nuestro nivel inventivo, el uso de *Bacillus subtilis* con capacidad de producir carbonato de calcio, lo cual permite el cierre de grietas. Adicionalmente, el plástico triturado incorporado que le confiere mayor resistencia. Finalmente, como aplicación industrial, este producto es aplicable en el sector de la construcción y obras civiles.

Nos aseguramos de cumplir con todos los requisitos por parte de la Dirección Nacional de Propiedad Intelectual, y en este caso, cumplir con el Artículo 29 de la Decisión 486 del Acuerdo de Cartagena para así obtener la patente (PI, 2019). Una vez que se cumplen los requisitos, y se presenta la documentación necesaria como solicitantes (PI, 2019), podemos decir que el nombre de nuestro producto o invención es: “Concreplast”.

Finalmente, se presenta a nuestro proyecto Startup, “BIOINNOVACION” con un lema comercial “Tecnología que da vida a tu construcción” (Figura 2). Donde cada uno de los elementos considerados para la elaboración del isologo tienen un significado.

ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN

Estructura organizacional del proyecto startup

La empresa está estructurada de la siguiente forma: cofundador, en este caso, Brenda Tito y Nathaly Vela somos quienes representamos este cargo. Estamos encargadas de velar que las funciones de cada área de trabajo cumplan con su rol, además somos responsables en liderar, coordinar y planificar estrategias que mejoren la producción y calidad del producto.

La empresa se divide en 4 áreas principales: el área de producción, en el cual está presente un director de producción; esta área es importante, ya que tiene como función la transformación de la materia prima a producto final. Al ser un área compleja y que demanda procesos de fabricación, es necesario implementar personal de apoyo como es: un supervisor de procesos, el cual tiene la disposición de solucionar problemas, apoyar y controlar el área de producción así como comunicar alguna eventualidad al director de producción. Y dos personas más encargadas en la manipulación de materia prima y elaboración del producto.

El área de ventas y marketing se pone a cargo de un director del área, el cual debe elaborar estrategias de venta logrando con esto posicionar a la marca en el mercado, y así aumentar las ventas e ingresos de la empresa. El área de recursos humanos se mantiene bajo el cargo de un director del área, quien tendrá como objetivo reclutar y seleccionar personal apto para desempeñarse en la empresa. Se encarga de planificar y organizar capacitaciones de desarrollo para asegurar el bienestar social y mejorar las relaciones laborales, además de controlar la remuneración de los cargos. Y un director financiero, sus funciones principalmente son coordinar tareas administrativas, financieras, contables, realizar análisis e informes financieros de la empresa, controlar presupuestos y coordinar políticas de inversión.

La estructura organizacional implementada es funcional (Figura 1) donde se evidencia los niveles de responsabilidad. Los empleados están organizados de acuerdo con sus habilidades específicas y funciones correspondientes, con lo que cada director de área se enfoca en su función antes mencionada (Misal y Pérez, 2007). Elegimos áreas importantes e imprescindibles en una empresa, ya que BIOINNOVACION, en un principio no puede contar con un gran número de empleados, debido a que la inversión inicial para el funcionamiento de la empresa es alta. Sin embargo, consideramos que siete colaboradores son suficientes para emprender el desarrollo de la empresa. Cabe mencionar que en el área de producción se fortalece con más personal para que los procesos sean llevados a cabo de manera óptima, donde también se tiene el apoyo de un supervisor, el cual estará a disposición del personal.

Estructura de la cadena de suministro

La cadena de suministro empieza con la recepción de la materia prima, en este caso, para nuestro proyecto es la recepción de cemento, plástico y *Bacillus subtilis*. La recepción de las bacterias debe ser debidamente almacenado, es decir, ser congelado a -80°C o menos grados hasta su posterior uso (ATCC, 2020). La adquisición de las bacterias se plantea que sea en primeras instancias para establecer la empresa, posteriormente se espera poder tener un cultivo vivo de las mismas. La materia prima se debe manipular y mezclar adecuadamente para la elaboración del producto, el biocemento. Posteriormente el producto pasa a ser empaquetado y etiquetado, y nuevamente almacenado hasta el momento que se realicen las ventas. Finalmente, es distribuido al cliente o hacia empresas de construcción interesadas en el producto.

ANÁLISIS DE MERCADO

Nuestro nicho de mercado está dirigido a personas naturales e industrias relacionadas con obras civiles y de construcción. A futuro, a través de la propagación de información acerca de los beneficios y la tecnología incorporada en el producto, se pretende alcanzar la expansión en el mercado. En la actualidad, a nivel nacional y mundial, el producto que proponemos no está disponible para la fabricación y venta; sin embargo, se conoce que el concreto normal en presentaciones de 50 kilogramos se encuentra en \$8 aproximadamente, el cual oscila en algunas temporadas (INEC, 2020).

Hay concretos especializados o con otras características que prometen mayor durabilidad y resistencia; sin embargo, actualmente en el mercado no existe concreto que utilice microorganismos y plástico incorporado, y que cumpla con el mismo objetivo que garantizan los productos de la competencia. Por lo tanto, el biocemento con las características antes mencionadas oscila en un precio de \$20 por 50 kg, debido a la tecnología incorporada y beneficios de mayor durabilidad, resistencia y autoreparación.

Nuestra competencia con otros proveedores de concreto se dirige especialmente al tema de precio, ya que en la actualidad muchas personas optan por productos conocidos de menor precio; sin embargo, a largo plazo la formación de grietas les obliga a invertir en otros productos para solucionar este problema. No obstante, consideramos que actualmente se ha llegado a tomar mayor conciencia del medioambiente, y al proponer esta solución viable de la implementación del plástico en el biocemento, estamos seguras de que nuestro producto tendrá gran acogida en el mercado, debido a que la inversión en el producto promete mayor durabilidad y autoreparación, que a futuro representa ahorro de dinero.

La innovación y uso de tecnología que se propone para este producto es la principal ventaja competitiva ante otras empresas. Al realizar un correcto plan de operación y marketing, se espera que la acogida y el interés por el producto sea oportuna.

Para un mejor análisis de mercado y plan de negocios, se ha realizado una investigación de mercado, con lo cual se puede comprender las necesidades del consumidor, asimismo, para conocer los principales problemas que pueden ocurrir dentro de la industria de la construcción. De manera que puedan ser solucionados por medio del producto de biocemento ofrecido por BIOINNOVACION. También hemos encontrado pequeñas constructoras que pueden estar interesadas en el producto, ya que, las grietas pueden llegar a ser un problema repetitivo y costoso a largo plazo.

Principalmente nuestro producto se centra en constructoras pequeñas y medianas, hemos previsto a futuro implementar el producto para constructoras grandes gracias al posicionamiento que la empresa pueda adquirir en los años posteriores. Es accesible para personas naturales que se encuentren interesadas en obtener el producto, ya sea para distintas reparaciones de su vivienda o similares. Se estima que haya una buena demanda a partir del primer mes de operación, ya que se pretende realizar alianzas estratégicas con otras empresas, así como se indica más adelante.

ALIANZAS ESTRATÉGICAS

La alianza estratégica que se propone, es con una empresa que consideramos es adecuada para cumplir nuestros objetivos. InmoCampestre Construcciones, una empresa constructora ecuatoriana que se enfoca en realizar proyectos inmobiliarios dentro y fuera de la ciudad, además, diseño de casas personalizadas de acuerdo con las necesidades de los clientes (InmoCampestre, 2020).

InmoCampestre, ofrece la venta de lotes de terreno y posibilidad de diseñar su propia casa a gusto y necesidades del cliente, con la dirección de la Arquitecta a cargo (InmoCampestre, 2020). Por lo tanto, esto sería muy útil ya que podrían usar nuestro biocemento en la construcción de la misma, incluso se podría incluir en otras infraestructuras de uso común, así como: veredas, canchas deportivas, áreas comunales, entre otras.

Para los acuerdos a realizar en un principio serían informales y a corto plazo, acorde al crecimiento del proyecto. InmoCampestre sería la oportunidad de conseguir publicidad adicional, mencionando que realizan las construcciones a base de nuestro concreto, una idea innovadora. A cambio, por parte de BIOINNOVACION, les ofrece biocemento a un mejor precio.

A futuro, se espera poder realizar una alianza formal y a largo plazo, ya que se pretende crecer y aumentar la producción y venta del biocemento reforzado, el mismo que se espera tenga una gran acogida por parte del público, especialmente de pequeñas y medianas empresas (PIMES). Al realizar esta alianza estratégica, nos da la oportunidad de tener una mayor publicidad y darnos a conocer como producto y servicio de buena calidad.

PLAN OPERATIVO

El producto que se propone vender es biocemento reforzado, incorporando plástico triturado y bacterias *Bacillus subtilis*; su presentación de venta es en sacos de 50kg. Por inicio de operación y producción, gracias a las alianzas estratégicas, se dispone de un precio de penetración de mercado para así tratar de entrar con precios bajos al mercado, con un precio de \$18. El precio de penetración es una estrategia ocupada para ingresar al mercado un producto nuevo que sea competitivo y que se desea dar a conocer (Garzón, 2015).

Luego de generar valor de la marca y un buen posicionamiento, se puede aumentar el precio hasta llegar aproximadamente a los \$20 donde el margen de ganancia sería superior para cubrir mayores rubros de gastos, conforme la producción aumenta e incrementar nuevo personal al equipo de trabajo.

Gracias a la alianza estratégica con ImmoCampestre se pretende realizar la venta de los costales de 50 kg por medio del precio de penetración (\$18), y de acuerdo con la acogida por parte de la constructora, se espera tener una venta semestral de 3.360 sacos de 50 kg. Según el Ing. Franco, co-socio de ImmoCampestre, menciona que la empresa realiza 7 casas al semestre aproximadamente de 120 metros cuadrados como promedio, y ya que se utiliza 4 sacos de 50 kg por metro cuadrado, quiere decir que se utiliza alrededor de 480 sacos de cemento común por cada casa. Entonces se consigue una venta total de 3.360 sacos de 50 kg en el semestre.

Cabe mencionar que esto únicamente hace referencia a la venta para la construcción de casas, lo cual no se ha considerado la posible venta para otras infraestructuras de área común. Para el plan operativo únicamente se muestra un ejemplo de las ventas que se pueden obtener con una constructora, nuestra alianza estratégica. A futuro se espera conseguir más empresas dedicadas a la construcción con quienes realizar contratos de venta.

PLAN FINANCIERO

Dentro del plan financiero se determinan los gastos de operación y otros, considerados para poder empezar con el proyecto antes planteado. Se realizó una proyección financiera de los cinco primeros años de operación en referencia al personal, gastos fijos y variables, depreciaciones, amortizaciones, servicios básicos, entre otras. Con esta información, se plantea que cada integrante aporte como inversión inicial con \$10.000,00; de manera que se tenga un flujo de caja para poder operar con las acciones básicas del proyecto, hasta obtener el préstamo bancario de \$150.180,00 que representa el 60% de la inversión necesaria, y \$100.000,00 por parte de inversionistas, lo cual representa el 40% restante.

Por parte del préstamo bancario se considera un interés mensual del 1,33% a un plazo de 48 meses para cumplir con las cuotas mensuales. Luego de cubrir estas cuotas, se habrá pagado un total de \$204.293,41. Se realizan pagos con una cuota fija mensual de \$4.256,11 lo cual ya incluye el interés antes mencionado (Tabla 1). Sin embargo, considerando todos los ingresos y gastos, junto con la amortización de cuota fija con el Banco del Pichincha, al mes 18 se alcanza el punto de equilibrio, es decir, a partir de este mes se comienzan a generar utilidades. La empresa comienza a generar sus ganancias mensuales y a partir de este punto se cuenta con capital propio.

Por otro lado, el 40% faltante para cubrir la inversión operativa del proyecto Startup, se espera obtener por parte de inversionistas que puedan formar parte del equipo de trabajo, consiguiendo un porcentaje de acciones de la empresa; por el monto total de inversión se otorga el 5% de las acciones. Se espera que a partir del mes 19 o si es posible, al finalizar el segundo año de constitución y producción de la empresa (Tabla 2), se pueda cumplir con la primera cuota de retorno debido al préstamo recibido con una tasa de interés del 10%. Al finalizar el

quinto año de producción se abonará un total de \$225.312,82 en el cual está incluido los \$100.000,00 que se recibió como inversión (Tabla 3).

Cabe mencionar que únicamente se considera una proyección para los cinco primeros años de producción de la empresa; por lo cual, dicho valor que sería el pago hacia el inversionista, va de acuerdo con la rentabilidad de la empresa. Luego del quinto año se considera un 5% con respecto a la rentabilidad, ya que es el porcentaje que corresponde a las acciones.

CONCLUSIONES

La aplicación y uso de *Bacillus subtilis* como bacteria elegida para el biocemento, junto con la implementación de plástico triturado, resuelve dos problemáticas importantes. En primer lugar, la autoreparación de grietas presentes en las obras de construcción, y por otro lado, se aporta en la disminución de la contaminación que es producido por parte del plástico abandonado. De esta manera la creación del biocemento reforzado promete buenos resultados al ser utilizado dentro de la industria de construcciones. A futuro optimiza y disminuye gastos en el mantenimiento de la construcción, su precio es accesible tanto para las personas naturales como para las empresas de construcción. Con “Concreplast”, se cumple el objetivo planteado, un producto innovador y que promete revolucionar la industria de la construcción. El plan operativo y financiero es adecuado para ser ejecutado, ya que se han considerado los aspectos importantes dentro de estas áreas y se ha determinado que es un proyecto rentable.

BIOINNOVACION pretende continuar desarrollando nuevos productos dirigidos a la misma industria, con el fin de resolver nuevas problemáticas, con aplicaciones útiles y novedosas implementando biotecnología. Cabe mencionar que dentro del país y hasta donde se conoce, a nivel mundial ninguna empresa se dedica a la elaboración y producción del biocemento a escala industrial.

Por otro lado, se recomienda realizar investigaciones para la implementación de nuevos microorganismos o consorcios bacterianos, que puedan regenerar grietas de mayor tamaño en menor tiempo.

TABLAS

Tabla 1. Amortización cuota fija – préstamo Banco del Pichincha

N.- Periodos	Saldo Inicial	Cuota fija	Interes	Abono a capital	Saldo final
0					\$ 150.180,00
1	\$150.180,00	\$4.256,11	\$ 2.002,35	\$2.253,76	\$147.926,24
2	\$147.926,24	\$4.256,11	\$ 1.972,30	\$2.283,81	\$145.642,43
3	\$145.642,43	\$4.256,11	\$ 1.941,85	\$2.314,26	\$143.328,16
4	\$143.328,16	\$4.256,11	\$ 1.910,99	\$2.345,12	\$140.983,04
5	\$140.983,04	\$4.256,11	\$ 1.879,73	\$2.376,39	\$138.606,66
6	\$138.606,66	\$4.256,11	\$ 1.848,04	\$2.408,07	\$136.198,59
7	\$136.198,59	\$4.256,11	\$ 1.815,94	\$2.440,18	\$133.758,41
8	\$133.758,41	\$4.256,11	\$ 1.783,40	\$2.472,71	\$131.285,70
9	\$131.285,70	\$4.256,11	\$ 1.750,43	\$2.505,68	\$128.780,02
10	\$128.780,02	\$4.256,11	\$ 1.717,02	\$2.539,09	\$126.240,93
11	\$126.240,93	\$4.256,11	\$ 1.683,17	\$2.572,94	\$123.667,99
12	\$123.667,99	\$4.256,11	\$ 1.648,87	\$2.607,25	\$121.060,74
13	\$121.060,74	\$4.256,11	\$ 1.614,10	\$2.642,01	\$118.418,73
14	\$118.418,73	\$4.256,11	\$ 1.578,88	\$2.677,24	\$115.741,50
15	\$115.741,50	\$4.256,11	\$ 1.543,18	\$2.712,93	\$113.028,57
16	\$113.028,57	\$4.256,11	\$ 1.507,01	\$2.749,10	\$110.279,46
17	\$110.279,46	\$4.256,11	\$ 1.470,36	\$2.785,76	\$107.493,71
18	\$107.493,71	\$4.256,11	\$ 1.433,21	\$2.822,90	\$104.670,81
19	\$104.670,81	\$4.256,11	\$ 1.395,58	\$2.860,54	\$101.810,27
20	\$101.810,27	\$4.256,11	\$ 1.357,44	\$2.898,68	\$98.911,59
21	\$ 98.911,59	\$4.256,11	\$ 1.318,79	\$2.937,32	\$95.974,27
22	\$ 95.974,27	\$4.256,11	\$ 1.279,62	\$2.976,49	\$92.997,78
23	\$ 92.997,78	\$4.256,11	\$ 1.239,94	\$3.016,17	\$89.981,61
24	\$ 89.981,61	\$4.256,11	\$ 1.199,72	\$3.056,39	\$86.925,22
25	\$ 86.925,22	\$4.256,11	\$ 1.158,97	\$3.097,14	\$83.828,08
26	\$ 83.828,08	\$4.256,11	\$ 1.117,68	\$3.138,43	\$80.689,65
27	\$ 80.689,65	\$4.256,11	\$ 1.075,84	\$3.180,28	\$77.509,37
28	\$ 77.509,37	\$4.256,11	\$ 1.033,43	\$3.222,68	\$74.286,69
29	\$ 74.286,69	\$4.256,11	\$ 990,46	\$3.265,65	\$71.021,04
30	\$ 71.021,04	\$4.256,11	\$ 946,92	\$3.309,19	\$67.711,86
31	\$ 67.711,86	\$4.256,11	\$ 902,80	\$3.353,31	\$64.358,54
32	\$ 64.358,54	\$4.256,11	\$ 858,09	\$3.398,02	\$60.960,52
33	\$ 60.960,52	\$4.256,11	\$ 812,79	\$3.443,33	\$57.517,20
34	\$ 57.517,20	\$4.256,11	\$ 766,88	\$3.489,24	\$54.027,96
35	\$ 54.027,96	\$4.256,11	\$ 720,35	\$3.535,76	\$50.492,21
36	\$ 50.492,21	\$4.256,11	\$ 673,21	\$3.582,90	\$46.909,31
37	\$ 46.909,31	\$4.256,11	\$ 625,44	\$3.630,67	\$43.278,63
38	\$ 43.278,63	\$4.256,11	\$ 577,03	\$3.679,08	\$39.599,56
39	\$ 39.599,56	\$4.256,11	\$ 527,98	\$3.728,13	\$35.871,42
40	\$ 35.871,42	\$4.256,11	\$ 478,27	\$3.777,84	\$32.093,58
41	\$ 32.093,58	\$4.256,11	\$ 427,90	\$3.828,21	\$28.265,38
42	\$ 28.265,38	\$4.256,11	\$ 376,86	\$3.879,25	\$24.386,13
43	\$ 24.386,13	\$4.256,11	\$ 325,14	\$3.930,97	\$20.455,15
44	\$ 20.455,15	\$4.256,11	\$ 272,73	\$3.983,38	\$16.471,77
45	\$ 16.471,77	\$4.256,11	\$ 219,62	\$4.036,49	\$12.435,27
46	\$ 12.435,27	\$4.256,11	\$ 165,80	\$4.090,31	\$8.344,96
47	\$ 8.344,96	\$4.256,11	\$ 111,26	\$4.144,85	\$4.200,11
48	\$ 4.200,11	\$4.256,11	\$ 56,00	\$4.200,11	\$0,00
		\$204.293,41		\$150.180,00	

Se menciona cual es el saldo inicial del préstamo y las cuotas que se deben realizar a partir del primer mes para cumplir con el préstamo y el interés del 16% anual, donde se abona mensualmente hasta el mes 48 para cumplir con el préstamo. Obteniendo así un total de \$204.293,41 como pago total transcurrido los 4 años.

Tabla 2. Proyección del segundo año de producción de BIOINNOVACION

Tabla de proyeccion 2 años							
Mes	Cantidad	Precio	Costo de venta (Ingresos)	Costos variables	Costos fijos	Costo total	Utilidades
13	1920	\$20,00	\$ 38.400,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$ 3.363,67	\$ -44.794,29
14	1920	\$20,00	\$ 38.400,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$ 3.363,67	\$ -41.430,62
15	2160	\$20,00	\$ 43.200,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$ 8.163,67	\$ -33.266,95
16	2160	\$20,00	\$ 43.200,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$ 8.163,67	\$ -25.103,28
17	2400	\$20,00	\$ 48.000,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$12.963,67	\$ -12.139,61
18	2400	\$20,00	\$ 48.000,00	\$ 18.858,00	\$16.178,33	\$12.963,67	\$ 824,06
19	2640	\$20,00	\$ 52.800,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$11.477,67	\$ 12.301,73
20	2640	\$20,00	\$ 52.800,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$11.477,67	\$ 23.779,40
21	2880	\$20,00	\$ 57.600,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$16.277,67	\$ 40.057,07
22	2880	\$20,00	\$ 57.600,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$16.277,67	\$ 56.334,74
23	3120	\$20,00	\$ 62.400,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$21.077,67	\$ 77.412,41
24	3120	\$20,00	\$ 62.400,00	\$ 25.144,00	\$16.178,33	\$21.077,67	\$ 98.490,08

Se muestra que en el mes 18 se generan las primeras utilidades de la empresa constituida, de manera que se alcanza el punto de equilibrio y a partir de este punto la empresa comienza a producir sus propios ingresos.

Tabla 3. Proyección de los 5 años de producción – Resumido

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
Ingresos	\$ 259.200,00	\$604.800,00	\$1.000.800,00	\$1.452.800,00	\$1.932.800,00	
Costos variables	\$ 113.148,00	\$264.012,00	\$ 414.876,00	\$ 565.740,00	\$ 716.604,00	
Costos fijos	\$ 194.209,96	\$194.209,96	\$ 194.209,96	\$ 194.209,96	\$ 194.209,96	
Rentabilidad	\$ -48.157,96	\$146.578,04	\$ 391.714,04	\$ 692.850,04	\$1.021.986,04	
Pago a Inversionistas	-	\$ 14.657,80	\$ 39.171,40	\$ 69.285,00	\$ 102.198,60	\$ 225.312,82
Tasa de interes implicita	10%					

Se indica los puntos más importantes dentro de la tabla de proyección desde el primer año de constitución de la empresa. Donde además cabe recalcar que la tasa de interés que se paga al inversionista es del 10% y se logra abonar el primer pago desde el segundo año. Con un pago total de \$225.312,82 al finalizar los cinco años de producción.

FIGURAS



Figura 1. Estructura organizacional del proyecto

Se muestra la organización que se pretende desarrollar en BIOINNOVACION, dividido según las áreas de interés con sus directores y personal de apoyo dentro del área de producción.



Figura 2. Isologo de la empresa BIOINNOVACION

El isologo está diseñado en base la innovación implementada en la empresa, como son el uso de bacterias y residuos de plástico para la posterior aplicación en la industria de la construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alshalif, A. F., Irwan, J. M., Othman, N., & Anneza, L. H. (2016) Isolation of Sulphate Reduction Bacteria (SRB) to Improve Compress Strength and Water Penetration of BioConcrete. MATEC Web of Conferences, 47, 01016. <https://doi.org/10.1051/matecconf/20164701016>
- Aquae. (2020). ¿Cuál es el tiempo de degradación de los residuos inorgánicos? Recuperado de: <https://www.fundacionaquae.org/cuanto-tiempo-tardan-degradarse-desechos/>
- Asenjo Alarcón, D. E. (2019). Influencia de la incorporación del aditivo bacteriano en la reparación del proceso de fisuración controlada del concreto [pdf].
- ATCC. (2020). *Bacillus subtilis* subsp. *subtilis* (Ehrenberg) Cohn (ATCC 6051) Obtenido de <https://www.atcc.org/products/all/6051.aspx>
- Beltrán, M. G. S., Ortiz, W. V. M., & Jonkers, H. M. (2016). Hormigón autoReparable con bacterias y reforzado con fibras naturales: Principios y aplicaciones en Ecuador. *Alternativas*, 17(3), 207-214.
- Calvo, P. y Zúñiga, D. (2010). Caracterización Fisiológica de Cepas de *Bacillus* spp. *Ecología Aplicada*, 9 (1). ISSN 1726 – 2216. Lima – Perú. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v9n1/a04v9n1>
- Cuadros, J. (2018). Bioconcret a material with own life. Obtenido de CienciAcierta: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2018/09/09/bioconcreto-un-material-con-vida-propia/>

- Dhami, N. K., Reddy, S. M., & Mukherjee, A. (2012). Biofilm and microbial applications in biomineralized concrete. *Advanced topics in Biomineralization*, 137-164.
- Fernández, J. (2015). Análisis de las ventajas y desventajas de las técnicas no convencionales en la construcción de edificaciones frente a un evento sísmico. *Universidad Central del Ecuador*. [pdf]
- Flores, V., Rojas, J., Torres, R., Vallejos, R., Flores, P., & Flores, M. (2014). Mezclas de cemento y agregados de plástico para la construcción de viviendas ecológicas. *Ciencias Tecnológicas y Agrarias TI: Handbook*, 101-110.
- García De Los Santos, E., Martínez Mateo, M., Nina Pérez, A., Mejía Suero, A., Olivo Núñez, A., Morantín Ventura, B., ... Roberto Félix, I. (2013). Estudio de factibilidad bloques de hormigón con agregado de residuo plástico ABS. *Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)*, 1–10. Retrieved from <http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/StudentPapers/SP004.pdf>
- Garzón, A. (2015). Revista de Investigación sobre Comportamiento Humano. USFQ. Recuperado de: <https://mktadstrategies.wordpress.com/2015/07/16/estrategia-de-fijacion-de-precios-de-penetracion-de-mercado/>
- INEC. (2020). Índice de Precios de la construcción. Recuperado de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccion/>
- InmoCampestre. (2020). Proyectos. Recuperado de: <http://inmo-campestre.com/proyectos/>
- Minsal Pérez, D., & Pérez Rodríguez, Y. (2007). Organización funcional, matricial...: En busca de una estructura adecuada para la organización. *Acimed*, 16(4), 0-0.

Pittas, P. (s/f). Exploring self-repairing materials and their application towards sustainable design. Obtenido de: https://unswcode.org/wp-content/uploads/2018/12/Exploring_Self-Repairing_Materials_and_their_Applications_Towards_Sustainable_Design.pdf

PlasticsEurope. (2020). Como se fabrica el plástico. *Productores de Materias Plásticas*. Recuperado de: <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/what-are-plastics/how-plastics-are-made#:~:text=El%20pl%C3%A1stico%20se%20fabrica%20a,proceso%20de%20polimerizaci%C3%B3n%20o%20policondensaci%C3%B3n.&text=Una%20de%20esas%20fracciones%2C%20la,para%20la%20producci%C3%B3n%20del%20pl%C3%A1stico>

Propiedad Intelectual. (2019). Guía de los solicitantes de patentes de invención y modelos de utilidad. Recuperado de: https://www.propiedadintelectual.gob.ec/wp-content/uploads/2014/05/guia_solicitante_patentes_invencion_modelos_utilidad-1.pdf

Robles, S. (2019). Innovación para conseguir degradar el plástico. Obtenido de *National Geographic*: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/innovacion-para-conseguir-degradar-plastico_15059

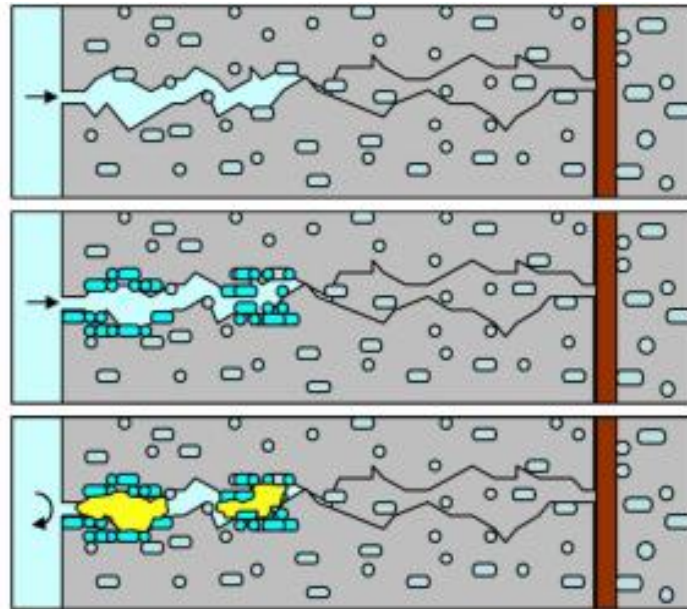
SICE. (2020). Derechos de propiedad intelectual. Legislación Nacional - Ecuador. Ley de la Propiedad Intelectual. Recuperado de: http://www.sice.oas.org/int_prop/nat_leg/ecuador/1320a.asp

Wang, J.Y., De Belie, N., Verstraete, & W. (2012). Diatomaceous earth as a protective vehicle for bacteria applied for self-healing concrete. *J. Ind. Microbiol. Biot.*, 39:567–577

Wesley, P. *et al.* (2013). Littering in Context Personal and Environmental Predictors of Littering Behavior. *Environment and Behavior* 45 (1): 35 – 39. DOI: 10.1177/0013916511412179

Yang, Z., Hollar, J., He, X., & Shi, X. (2011). A self-healing cementitious composite using oil core/silica gel shell microcapsules. *Cement Concrete Compos.*, 33(4):506–512. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.01.010>

ANEXOS

ANEXO A: SELLADO DE LAS GRIETAS POR MEDIO DE *BACILLUS*

Fuente: Cuadros, 2018.

ANEXO B: ANTES Y DESPUÉS DE LA AUTOREGENERACIÓN EN LA GRIETA POR ACCIÓN DE
BACILLUS



Fuente: Beltrán *et al.*, 2016.