

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



Recuperación sostenible de la cantera de piedra Cotorumi: estrategias para mitigar el impacto social, cultural y ambiental del abandono post-explotación

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR

Cesar Jose Vega Davila

ASESOR

Maria del Rosario Balcazar Lluncor

<https://orcid.org/0000-0003-0867-2832>

Chiclayo, 2025

**Recuperación sostenible de la cantera de piedra Cotorumi:
estrategias para mitigar el impacto social, cultural y ambiental del
abandono post-explotación**

PRESENTADA POR
Cesar Jose Vega Davila

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

ARQUITECTO

APROBADA POR

Oscar Victor Martin Vargas Chozo
PRESIDENTE

Lucy Jannet Garcia Diaz
SECRETARIO

Maria del Rosario Balcazar Lluncor
VOCAL

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios, el arquitecto divino de mi vida, quien guía mi camino y cuya gracia me sostuvo en esta travesía. A mis padres, héroes de mi historia, pilares de amor y cimientos de mis logros. A mis hermanos, compañeros de aventuras y cómplices de sueños. A mis abuelos, guardianes de sabiduría y valores, cuyos legados perduran en mi corazón. Como un reflejo de sus enseñanzas, esta investigación es un puente entre generaciones, un tributo que honra a la familia que ha sostenido mis sueños y a Dios que los ha bendecido.

Agradecimientos

A todos los docentes que instruyeron con dedicación y vocación, y dejaron huella indeleble en mi vida universitaria, en especial al Arq. Raúl Gálvez Tirado y a la Arq. María del Rosario Balcazar Lluncor, por su paciencia, comprensión y disposición, quienes me ayudaron a lograr el objetivo de esta investigación.

Recuperación sostenible de la cantera de piedra Cotorumi: estrategias para mitigar el impacto social, cultural y ambiental del abandono post-explotación

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	idus.us.es Fuente de Internet	1%
5	dialnet.unirioja.es Fuente de Internet	1%
6	es.readkong.com Fuente de Internet	1%
7	revistarita.com Fuente de Internet	1%
8	www.archdaily.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	10
Materiales y métodos	18
Resultados y discusión	20
Conclusiones	40
Recomendaciones	42
Referencias.....	44
Anexos	46

Resumen

La cantera de piedra Cotorumi es un espacio post-minero, que ha experimentado considerables impactos negativos debido a su negligente abandono tras la explotación sin considerar principios de recuperación sostenible. En este sentido, el presente estudio desarrolla un plan de recuperación para la cantera de piedra Cotorumi, utilizando un enfoque metodológico que incluye análisis del estado actual, revisión de casos de recuperación sostenible, y la propuesta de estrategias prácticas para mitigar los impactos negativos. Se espera que la implementación de estas estrategias fomente el desarrollo sostenible en la región, beneficiando tanto a la biodiversidad como a las comunidades locales. Para el proceso, en su fase inicial se realiza un análisis exhaustivo del estado actual de la cantera, posteriormente se analizan casos análogos en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras, para finalmente diseñar estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, que mitiguen el impacto ambiental, cultural y social causado por el abandono de la misma. En último término, la relevancia de esta investigación radica en la necesidad urgente de implementar planes de recuperación sostenible en sitios similares en todo el país. Estos espacios representan oportunidades valiosas para la recuperación de áreas abandonadas y, al mismo tiempo, para promover un desarrollo que sea respetuoso con el medio ambiente y beneficioso para las comunidades locales.

Palabras clave: Cantera abandonada, recuperación, sostenibilidad, Terrain Vague

Abstract

The Cotorumi stone quarry is a post-mining space, which has experienced considerable negative impacts due to its negligent abandonment after exploitation without considering principles of sustainable recovery. In this sense, the present study develops a recovery plan for the Cotorumi stone quarry, using a methodological approach that includes analysis of the current state, review of sustainable recovery cases, and the proposal of practical strategies to mitigate negative impacts. The implementation of these strategies is expected to foster sustainable development in the region, benefiting both biodiversity and local communities. For the process, in its initial phase an exhaustive analysis of the current state of the quarry is carried out, subsequently analogous cases are analyzed in the field of sustainable recovery of quarries, to finally design applicable strategies for the recovery of the Cotorumi stone quarry, which mitigate the environmental, cultural and social impact caused by its abandonment. Ultimately, the relevance of this research lies in the urgent need to implement sustainable recovery plans at similar sites across the country. These spaces represent valuable opportunities for the recovery of abandoned areas and, at the same time, to promote development that is respectful of the environment and beneficial to local communities.

Keywords: Abandoned quarry, recovery, sustainability, Terrain Vague

Introducción

La explotación de yacimientos mineros o más concretamente de canteras de piedra ha sido una práctica común durante décadas, y en la actualidad representa una actividad económica importante en muchas regiones del mundo, y en la de nuestro país, sin embargo, también puede tener impactos negativos significativos en la calidad de vida de las comunidades locales y sobre todo en el medio ambiente. La recuperación de las canteras post-explotación es una solución para recuperar las áreas afectadas y establecerlas como plataformas de desarrollo sostenible para las comunidades aledañas.

La explotación minera de canteras, como la de piedra Cotorumi, ha dejado secuelas ambientales y sociales significativas. Este estudio busca desarrollar un plan de recuperación sostenible que aborde estos impactos, transformando la cantera en un recurso positivo para la comunidad local y el medio ambiente.

La cantera de piedra Cotorumi está situada en la provincia de Santa Cruz, Cajamarca. Comparte similitudes con otras canteras notables en el mundo, como la cantera Macael en España y las canteras de Sillar en Arequipa. Estos sitios y específicamente la del Cotorumi, representa un ejemplo claro de una cantera que ha experimentado los efectos negativos de la explotación sin una planificación adecuada y una gestión sostenible, por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿De qué manera la implementación de estrategias de recuperación sostenible para la cantera de piedra Cotorumi puede mitigar los impactos sociales, culturales y ambientales derivados del abandono post-explotación? En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar un plan de recuperación innovador para la cantera de piedra Cotorumi, con el fin de darle un nuevo valor y establecerla como plataforma de desarrollo sostenible para los asentamientos aledaños y el borde oeste de la ciudad a través de la implementación de estrategias innovadoras de gestión de recursos naturales, uso eficiente de la energía, mejora de la calidad de vida de la población local y promoción del turismo responsable y sostenible como motor de desarrollo.

Para lograr este objetivo, se realizará un análisis exhaustivo del estado actual de la cantera de piedra Cotorumi y su entorno, identificando los impactos geológicos, ambientales, culturales y sociales para establecer las bases para el diseño del plan de recuperación. Además, se analizarán casos de estudio relevantes en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras de piedra, con el propósito de identificar las mejores prácticas en términos de diseño, gestión de recursos

y promoción del desarrollo sostenible, que puedan ser aplicables a la cantera de piedra Cotorumi.

Finalmente, se diseñará un plan de estrategias para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, enfocado en mitigar los impactos sociales, culturales y ambientales, que promueva la protección de la biodiversidad, la gestión sostenible de los recursos hídricos, forestales y de suelo, el mejoramiento de la calidad de vida de la población local y la promoción del turismo responsable y sostenible como motor de desarrollo, a través de la implementación de prácticas innovadoras y tecnologías limpias.

La justificación de esta investigación se enfoca en la necesidad de desarrollar planes de recuperación innovadores para las canteras de piedra post-explotación, con el objetivo de transformarlas en plataformas de desarrollo sostenible para las comunidades locales. En particular, la cantera de piedra Cotorumi representa una oportunidad única para desarrollar un plan integral de recuperación que integre prácticas innovadoras en el ámbito social, económico, ambiental y cultural, con el fin de establecerla como un modelo de desarrollo sostenible para la región.

Esta investigación contribuirá a la comprensión de la importancia de las intervenciones arquitectónicas post-explotación de canteras y la necesidad de desarrollar proyectos de recuperación sostenible para convertir las canteras en vacíos de oportunidad para el desarrollo sostenible y generar un impacto positivo significativo en el medio ambiente y en la calidad de vida del sector Nueva Esperanza.

Además, esta investigación puede servir como modelo para otros proyectos de recuperación de canteras de piedra y como base para la implementación de estrategias innovadoras en el ámbito de la gestión de recursos naturales, el uso eficiente de la energía y el desarrollo sostenible en general.

Revisión de literatura

Antecedentes



Figura 1: imágenes del proyecto Revive Macael

Fuente: Ana Armenteros Kindelán

Revive Macael: proyecto en Madrid, donde plantea la revitalización de las canteras de Macael, un espacio originalmente no concebido para la habitabilidad, con el objetivo de transformarlo en un entorno que brinde una experiencia singular de movimiento, actividad y sonido.

El propósito de este proyecto es regenerar el territorio, aprovechando las características especiales de las canteras para generar un paisaje completamente nuevo. A través de una intervención de menor escala, se busca transformar y unificar el lugar en su totalidad.

Anualmente, se organiza un festival de música que se basa en las características existentes de los diferentes espacios y escenarios dentro de las canteras. El programa del festival comprende elementos temporales efímeros y ligeros, los cuales se integran en el territorio, creando contrastes con los imponentes cortes de mármol y aportando diversos espacios entre ellos. Se realiza una selección cuidadosa de las partes más adecuadas de la topografía resultante de la explotación de las canteras para albergar las distintas actividades del festival.

Además de las actividades temporales del festival, se implementa un programa permanente que permite utilizar las canteras durante el resto del año, cuando no hay festival. Este programa

consiste en elementos de pequeña escala que se integran en el paisaje, a través de su geometría y materialidad, logrando una armonía visual con el entorno (Kindelán, 2019).

En resumen, este proyecto tiene como finalidad transformar las canteras de Macael en un espacio revitalizado y dinámico, aprovechando sus características únicas.

El proyecto Revive Macael ha sido una referencia clave en la revitalización de canteras, destacándose por su enfoque en la integración de actividades culturales y turísticas. Este enfoque puede ser aplicable en Cotorumi, donde se busca también una transformación cultural y ambiental.

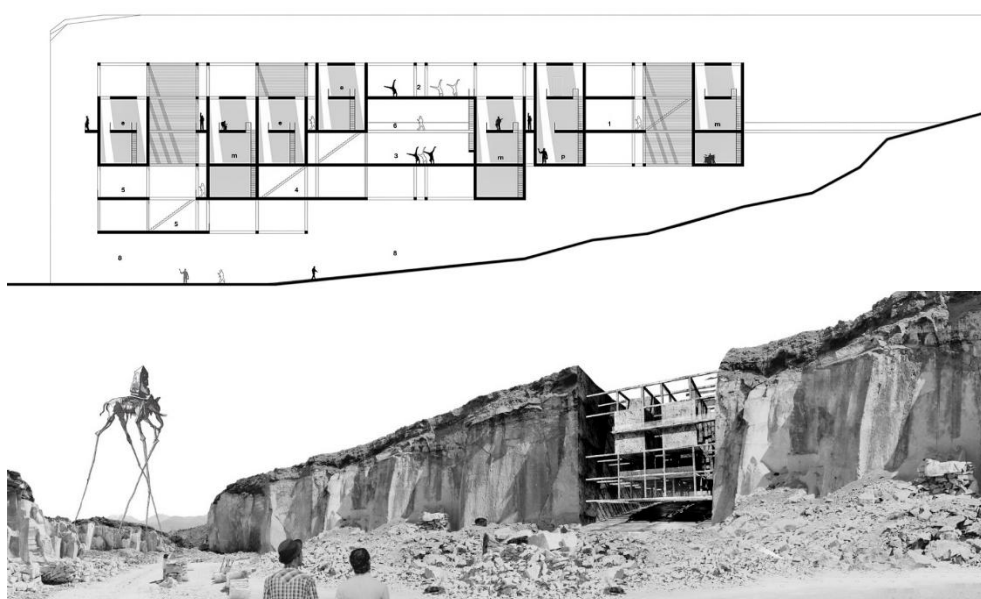


Figura 2: sección e imagen del proyecto Vivir en la Piedra

Fuente: ArchDaily

Vivir en la Piedra: en un concurso, surge este proyecto de recuperación que busca proponer soluciones para las impresionantes canteras de sillar en Arequipa, el cual consiste en la construcción de un hotel con una estructura sencilla pero que ofrece múltiples interpretaciones espaciales y funcionales, al mismo tiempo que establece una conexión inspiradora con la materialidad del entorno.

Aprovechando un vacío existente, se implementa una estructura que se mantiene y se relaciona con la esencia y la materia del lugar. La propuesta arquitectónica se encuentra ubicada en una abertura situada en uno de los extremos del cañón, la cual es utilizada por los artesanos como acceso desde la parte superior.

El proyecto utiliza una fisura natural para integrarse en el espacio delimitado por los impresionantes acantilados de color blanco que conforman las paredes de la abertura, absorbiendo la imponente presencia y la fuerza de la piedra. Para ello, se ha diseñado una estructura flotante compuesta por vigas y columnas de hormigón mezclado con arena de sillar, la cual se encuentra anclada en ambos extremos, determinando una tensión entre los dos acantilados. El proyecto aprovecha el vacío, e implementar una estructura que se relaciona con la esencia y carácter del lugar (Valencia, 2015).



Figura 3: planta y fotografía del proyecto Ca'n Terra

Fuente: Ensemble Studio

Ca'n Terra: este proyecto simboliza un hogar terrenal, un espacio que surge de la naturaleza y requiere dedicación y trabajo para convertirse en un ambiente acogedor. En contraste con la evolución histórica de la civilización, donde las ideas se materializan en construcciones, en Ca'n Terra se adopta un enfoque inverso, interpretando la historia para generar arquitectura.

Este espacio revelado o hallazgo geológico posee una esencia industrial al ser una antigua cantera, así como un potencial artístico al ser una caverna tallada y una naturaleza mineral que refleja la belleza rocosa del paisaje de la isla de Menorca.

El descubrimiento y la reinención de este espacio excavado en las profundidades de la tierra conllevan la tarea de escribir una nueva historia para rescatarlo de su abandono y se propone un viaje hacia la esencia de la materia, creando espacios habitables (Studio, 2018).

A partir de la revisión de estos casos de estudio, se plantea la siguiente pregunta de investigación, que guiará la propuesta de estrategias para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi.

Base Teórica

Del Mat-building y el Playground a la Ciudad

El papel del Team X, grupo de arquitectos conformado por Aldo Van Eyck, Jaap Bakema, Alison y Peter Smithson, Georges Candilis, Giancarlo De Carlo y Shadrach_Woods (miembros más activos y con participación más constante en el equipo), fue fundamental al elaborar ante una crisis de posguerra respuestas acertadas, que vinculaban y ponían gran atención a las gradientes escalas entre lo privado y lo público, entre usuario y ciudad. Respuestas y posturas que hoy pueden ayudarnos a construir la contemporaneidad.

Los Smithson destacan la importancia de la vida al aire libre, lo cual se convirtió en una demanda significativa para la generación de arquitectos a la que pertenecían. Este enfoque fue capturado en una serie de fotografías realizadas junto al Independent Group, en las que se les ve sentados en una calle típica de los suburbios de Londres, acompañados por Edoardo Paolozzi y Nigel Henderson, sentados las sillas de patas de mirlo de los Eames (Fig. 04). El espacio público que ellos querían era este, aquel que lejos del



Figura 4: Imagen de Alison y Peter Smithson, Nigel Henderson y Edoardo Paolozzi extraída del catálogo de la exposición This is tomorrow, Whitechapel Art Gallery, 1956.

Fuente: Antonio Juárez Chicote; Fernando Rodríguez Ramírez

tráfico y las convenciones de uso, podía ser habitado de múltiples maneras, con diferentes formas de actuar en el (Espinosa, 2011, pág. 68).

Una vez más, se hace hincapié en la importancia de valorar la calle como un espacio habitable, como estancia, un lugar intermedio que debe ser considerado e integrado en los debates sobre el modelo de ciudad. Este espacio intermedio borra los límites entre lo privado y lo social, lo interior y lo exterior de la casa con la ciudad. Van Eyck acuñó el término "entre" para describir este espacio intermedio donde lo individual y lo colectivo se encuentran y se reconcilian, reflejando la verdadera esencia de la naturaleza humana, también conocida como la tercera realidad. A partir de esta concepción, surge el concepto de "intermedio" como metáfora para describir aquellos lugares donde convergen dos fenómenos aparentemente opuestos. En 1974,

Alison Smithson introdujo un nuevo término, "Mat-building" (edificio-alfombra), para describir un tipo de edificación de baja altura y alta densidad característica de la arquitectura europea de los años 60 y 70. Este término hace referencia a la traducción literal del vocablo inglés "mat", que significa estera o alfombra (Fig. 05).

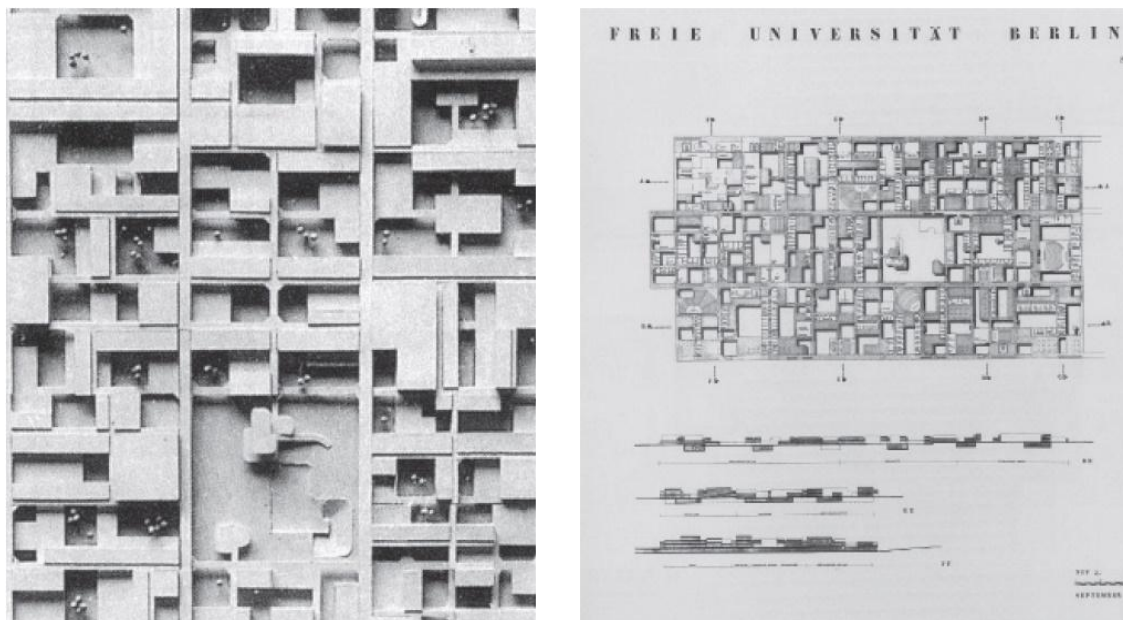


Figura 5: Georges Candilis, Alexis Josic y Shadrach Woods, Freie Universität (Berlín, 1963); derecha, maqueta del concurso; izquierda, panel N.º 6 del concurso: planta segunda y secciones.

Fuente: Raúl Castellanos Gómez, Débora Domingo Calabuig y Jorge Torres Cueco

Alison Smithson describe el concepto de "mat-building" como aquel que permite personalizar el anónimo colectivo, donde las funciones enriquecen el entorno construido y lo individual encuentra nuevas libertades de actuación gracias a un orden cambiante y conectado, basado en la interconexión de patrones densos de asociación y en las posibilidades de crecimiento, reducción y cambio. Su paradigma es la Freie Universität en Berlín diseñado por Candilis, Josic y Woods. El "mat-building" se caracteriza por un orden interno riguroso y una forma indeterminada, siendo una cuestión de combinatoria. (Gómez, Calabuig, & Cueco, 2011, pág. 54 y 56)

La importancia de lo lúdico adquiere relevancia nuevamente y nos lleva a un contexto similar, el playground, parque de juego. Espacio que surge como un dispositivo de control, diseñada social y políticamente para adultos con el objetivo de vincular los rituales de la infancia a lugares y momentos específicos. Fue ideado como un lugar sustituto, una alternativa segura para alejar a los niños de la calle, el lugar primordial del juego en la ciudad y el territorio más emocionante de exploración y aprendizaje (Martínez, Donoso, & Carreño, 2021, págs. 51-52)

Uno de los más grandes e históricos ejemplos de intervenciones de los playgrounds, es el del Arquitecto Aldo Van Eyck, en Ámsterdam, proyecto que consta de más de 700 playgrounds (Fig. 06 y 07), que surgieron en un contexto de postguerra. Si bien Allen of Hurtwood, para su propuesta de adventure playground, descubrió la espontaneidad del niño para jugar entre los escombros o ruinas del Londres bombardeado (Fig. 08). Van Eyck descubre y toma como estrategia los espacios vacíos originados por el enfrentamiento, y propone una alternativa de playground, donde el intercambio o relaciones se basan en el juego, para más tarde convertirse en un proyecto de gran impacto ya que este conjunto o red de espacios de juego demostraron que pueden hacer realmente ciudad.



Figura 6: Aldo van Eyck. Ámsterdam. 1947–1978. Plano de la ciudad con la localización de más de 700 playgrounds, realizados.

Fuente: María Pía Fontana; Miguel Mayorga Cárdenas

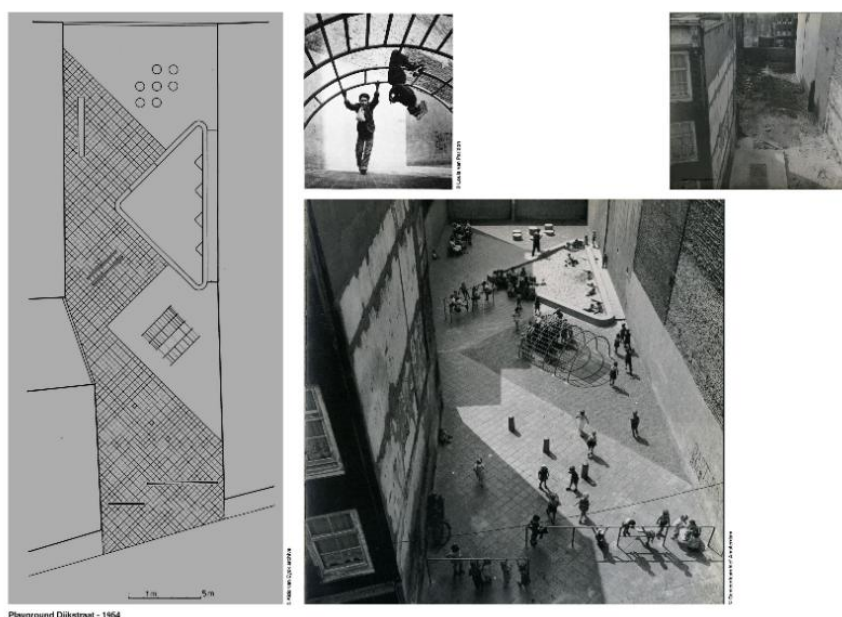


Figura 7: Playground Dijkstraat - 1954

Fuente: Aldo+Hannie Van Eyck foundation

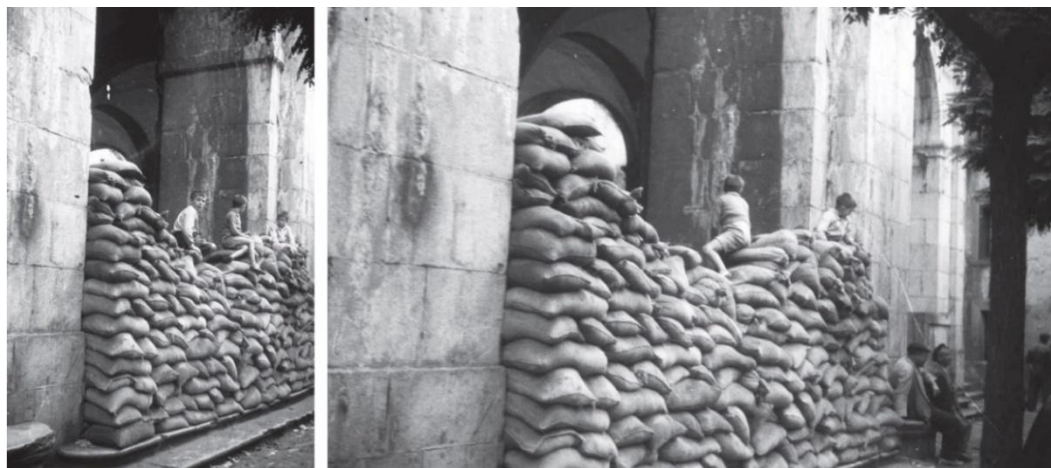


Figura 8: Niños jugando durante la guerra civil española en las barricadas de la plaza del mercado de Elgoibar.

Fuente: José Parra-Martínez, Nicolás Stutzin-Donoso y Juan Manuel López-Carreño

El vacío, sitio eriazos o terrain vague, como elemento Ordenador

Van Eyck demostró la importancia del vacío al trabajarlo de una forma más especializada, logrando transformar y crear nuevas dinámicas que permiten construir ciudad, pasando de una isla, el vacío, al archipiélago. Estos vacíos por su condición en la actualidad, muchas veces se traduce como focos de insalubridad e incluso de inseguridad, percibiendo mucha negatividad hacia estos lugares, sin embargo, se demostró que pueden ser lugares de oportunidades en los que se puede proyectar y crear nuevos modelos de escenarios de encuentro público.

Son muchos los lugares vacíos en las ciudades ya consolidadas, y es importante que no pretendamos llenar cada espacio con la lógica del desarrollo inmobiliario, sino que, estos pueden constituirse dentro de la red de espacio público, convirtiéndose en espacios de esparcimiento y ocio para así renovar el valor de lo urbano a través de lo lúdico, como lo demostró Van Eyck.

Los sitios eriazos, conocidos también como terrain vague o vacíos urbanos, son áreas desocupadas que carecen de actividad, no son productivas y se caracterizan por su falta de definición. En muchos casos, estos espacios han quedado obsoletos en relación a la historia de la ciudad. Sin embargo, también son lugares donde todas las posibilidades están abiertas y cualquier cosa puede suceder. (Fig. 09) (Jeldes & Fernández, 2020, pág. 162)



Figura 9: Sitio eriazo en la Calle Manuel Rodríguez esquina calle Catedral, Santiago.

Fuente: Sebastián López Jeldes, Ángela Carvajal Fernández

El término "terrain vague", desde que Ignasi de Solà-Morales lo introdujo en el vocabulario arquitectónico en 1995, ha sido aplicado de manera indiscriminada a diferentes situaciones urbanas, debido a la triple connotación de la palabra francesa vaga que significa vacío, impreciso y cambiante. (Fig. 10)

Esta noción es de gran relevancia en la forma en que la arquitectura se relaciona con el suelo. Le Corbusier, por ejemplo, observó que el terreno plano era el ideal, situación de partida, que debía ser reproducido artificialmente.

La relación entre la arquitectura y el terreno sobre el que se asienta es crucial y está sellado con la palabra gravedad. Pero el resultado de esta negociación permanente no es una cuestión de fuerza, sino más bien de visión (Colmenares, 2019, págs. 66-71)



Figura 10: Terrain vague 1926 y 1961

Fuente: Silvia Colmenares

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

El presente estudio se clasifica como una investigación aplicada, que se refiere a la aplicación de conocimientos en la práctica con el objetivo de beneficiar a la sociedad. Tiene un enfoque temporal transversal, buscando describir las variables estudiadas y analizar su incidencia e interrelación en un momento específico.

Asimismo, se trata de un estudio descriptivo que tiene como objetivo investigar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población.

Población y Muestra

Esta investigación se realizó en Santa Cruz, provincia del departamento de Cajamarca, específicamente en el sector de Nueva Esperanza, abarcando el área del borde oeste de la ciudad. Contexto en el cual se encuentra el vacío de oportunidad generado por la explotación de la cantera de piedra Cotorumi.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación sobre la cantera de piedra Cotorumi, se utilizaron técnicas cualitativas de observación directa y análisis documental. Además, se analizaron casos de recuperación de canteras en contextos similares. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando un enfoque comparativo, permitiendo la identificación de estrategias efectivas para la recuperación.

En cuanto a la observación

trabajo de campo: se llevaron a cabo registros detallados de las características morfológicas resultantes de la explotación histórica de la cantera de piedra Cotorumi. Se recolectaron datos relevantes que permitieron comprender el impacto y las transformaciones ocasionadas en el área.

En cuanto a los documentos

Mapeo y cartografía: se elaboraron cartografías en diferentes escalas para tener una visión completa tanto del sector como de la cantera en sí. Estas cartografías proporcionaron información detallada sobre la ubicación y las características geográficas del lugar.

Asimismo, se recopilaron fotografías de toda el área de la cantera, lo que permitió documentar visualmente su estado actual y sus posibles oportunidades de recuperación.

En el análisis documental

se llevaron a cabo fichas de análisis de proyectos: que sirvieron como referencia para conocer las mejores prácticas en términos de recuperación sostenible de canteras. Se examinaron casos análogos y se extrajeron lecciones aprendidas y recomendaciones relevantes.

Además, se elaboraron fichas de estrategias proyectuales: que contrastaron los resultados de los objetivos específicos 01 y 02. Estas fichas permitieron establecer un plan de estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, teniendo en cuenta las particularidades del lugar y los aspectos identificados en la investigación.

En resumen, se emplearon distintas técnicas e instrumentos de investigación para recopilar información precisa y detallada sobre la cantera de piedra Cotorumi, a través de la observación, el trabajo de campo, el análisis documental y la elaboración de fichas de estrategias, se logró obtener un panorama completo que orientó el planteamiento de estrategias para su recuperación sostenible.

Consideraciones éticas

La investigación se basó en datos auténticos y no manipulados, garantizando así la veracidad de la información utilizada. El análisis de datos se realizó de manera minuciosa para obtener resultados objetivos y confiables.

La información recopilada fue presentada de forma comprensible, permitiendo que las estrategias propuestas para la recuperación de la cantera puedan ser consideradas en contextos similares o tomadas como punto de partida para futuras investigaciones.

Resultados y discusión

OE.01: *Analizar el estado actual de la cantera de piedra Cotorumi y su entorno para identificar sus características geológicas, ambientales, culturales y sociales.*

Ciudad

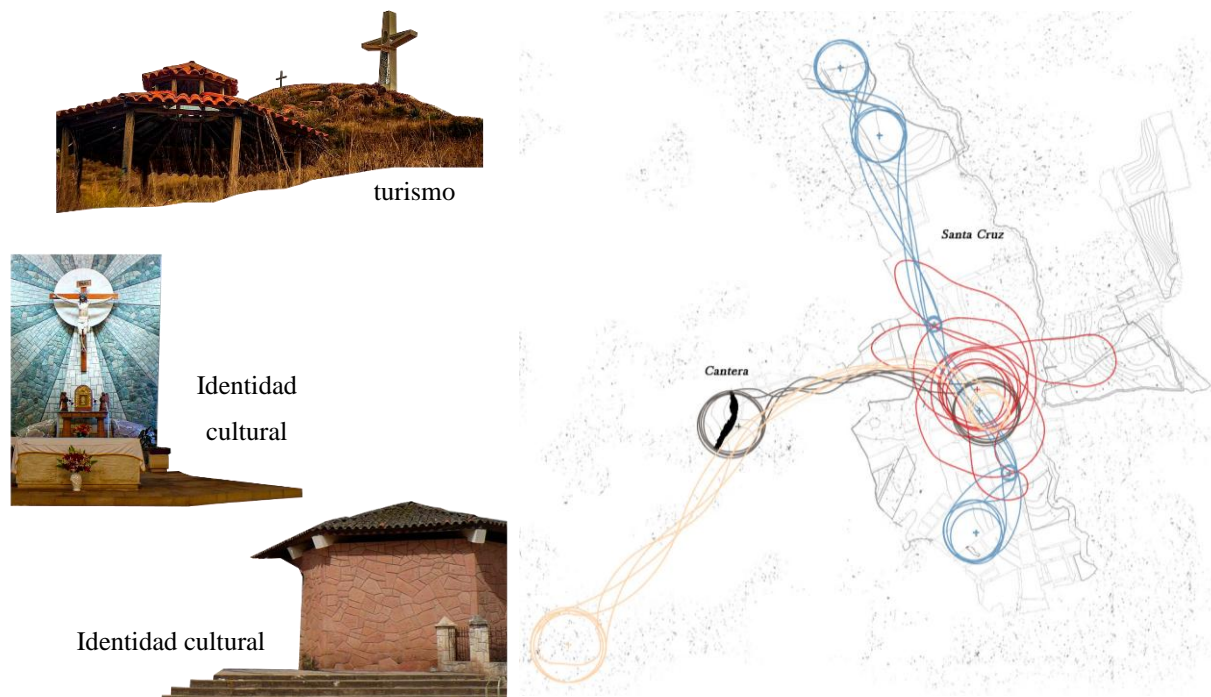


Ilustración 1: Esquema Objetivo 1 - Escala Ciudad

Fuente: Propia

En el análisis de relación de dinámicas ciudad-cantera a escala de ciudad, se identificó que la cantera de piedra Cotorumi con la ciudad de Santa Cruz establecen una relación directa a través de la dinámica turístico-comercial y la de explotación minera, convirtiendo a la cantera en un elemento significativo de la identidad cultural local, consolidando su importancia como un recurso turístico-cultural y un componente clave en la configuración socioeconómica de la provincia de Santa Cruz (Ilustración 01).

Esta relación estrecha entre la ciudad y la cantera resaltó la relevancia de su impacto en la comunidad local y subraya la necesidad de abordar su desarrollo sostenible y su potencial como motor de crecimiento económico en la región.

La cantera desempeña un papel significativo en la identidad cultural local y se ha convertido en un recurso turístico-cultural de importancia. Además, se reconoció su relevancia como un componente clave en la configuración socioeconómica de la provincia de Santa Cruz.

Esta estrecha relación entre la ciudad y la cantera destaca el impacto que ambos tienen en la comunidad local. Por lo tanto, es crucial abordar el desarrollo sostenible de la cantera y aprovechar su potencial como motor de crecimiento económico en la región. Esto implica la implementación de estrategias que promuevan el entorno natural, el fomento del turismo responsable y la integración del sector en las actividades relacionadas con la cantera.

Los resultados del análisis de la relación entre la ciudad y la cantera de piedra Cotorumi a escala de ciudad revelan la importancia de esta relación directa en términos de dinámicas turísticas, comerciales y de explotación minera. Esto destaca el papel significativo que desempeña la cantera en la identidad cultural local y su potencial como recurso turístico-cultural y componente clave en la configuración socioeconómica de la provincia de Santa Cruz. Además, se reconoce la relevancia de abordar el desarrollo sostenible de la cantera y aprovechar su potencial como motor de crecimiento económico en la región.

En apoyo a estas pruebas, varios autores han investigado temas relacionados con la relación entre el turismo, la identidad cultural y el desarrollo sostenible. Smith y Johnson enfatizan la importancia de una planificación turística sostenible que preserve los recursos culturales y naturales y promueva el beneficio local (Smith & Johnson, 2020). Además, García y Makinen discuten la necesidad de aprovechar los recursos culturales locales para fomentar el turismo sostenible y fortalecer la identidad cultural de las comunidades (García, JC, & Makinen, 2021).

En este contexto, los resultados de esta investigación respaldan las ideas planteadas por estos autores y contribuyen a la discusión actual en el campo del turismo sostenible y el desarrollo local. La cantera de piedra Cotorumi emerge como un recurso clave para la identidad cultural local y el desarrollo económico en la provincia de Santa Cruz (ver anexo 02).

Sector:

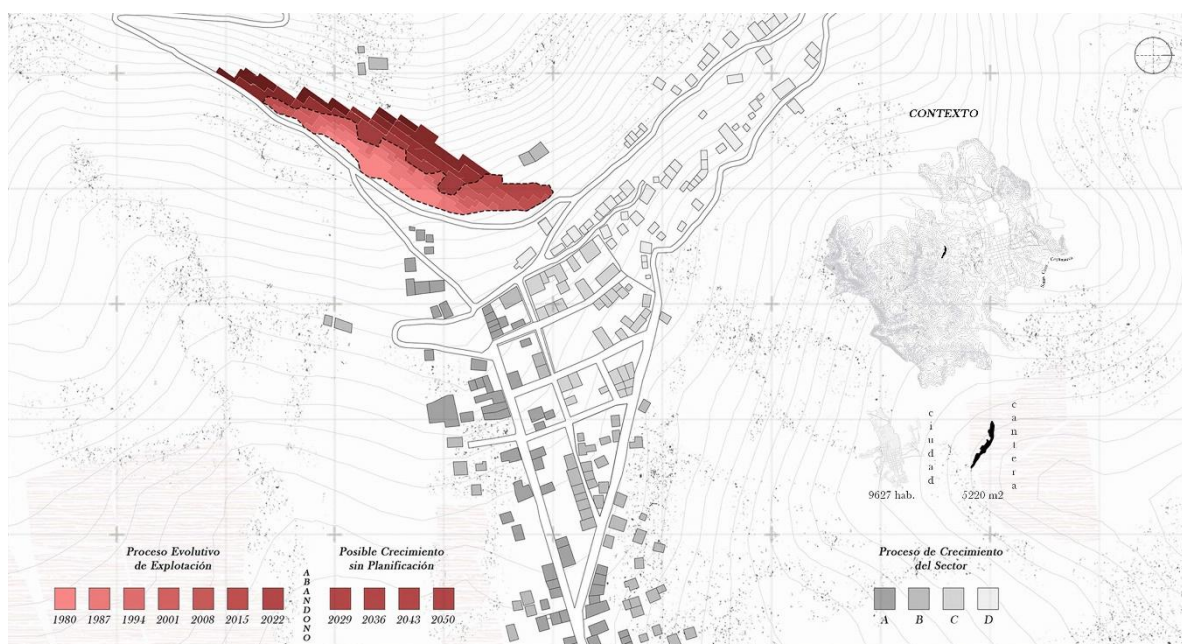


Ilustración 2: Esquema Objetivo 1 - Escala Sector

Fuente: Propia

En el análisis de los elementos estructurantes del entorno de la cantera de piedra Cotorumi a escala de sector, se identificaron dos componentes principales. El primero es el paisaje natural, que representa el 83% de la configuración del entorno, destacando la importancia de la biodiversidad y la de los recursos naturales. El segundo componente es el paisaje urbano-rural en proceso de consolidación, que abarca el 17% restante y refleja el desarrollo gradual de zonas urbanas y rurales en la proximidad de la cantera (Ilustración 02). Este análisis de los elementos estructurantes proporcionó una comprensión integral de la cantera y su entorno circundante y sienta las bases para abordar de manera equilibrada tanto los aspectos naturales como los urbanos-rurales en futuras intervenciones y planes de desarrollo sostenible.

La presencia de los dos componentes estructurantes del entorno, antes mencionados, resaltó, en primer lugar, la importancia de la biodiversidad y los recursos naturales en el sector. La presencia de un paisaje natural tan significativamente implica la necesidad de considerar y preservar adecuadamente estos recursos en cualquier intervención o plan de desarrollo futuro. En segundo lugar, refleja el desarrollo gradual de zonas urbanas y rurales en las cercanías de la cantera. Este proceso de consolidación implica una transformación en la estructura del entorno, donde se están desarrollando asentamientos humanos en la presencia de la cantera. Este aspecto

requiere una planificación cuidadosa para asegurar que el crecimiento urbano y rural sea sostenible y compatible con la conservación del entorno natural.

El análisis de los elementos estructurantes del entorno de la cantera proporcionó una comprensión integral de la interacción entre la cantera y su entorno circundante. Este enfoque equilibrado entre los aspectos naturales y los urbanos-rurales es fundamental para abordar futuros brotes y planes de desarrollo sostenible. Esto implica considerar tanto la protección como la conservación de los recursos naturales y, además, el desarrollo responsable de las áreas urbanas-rurales cercanas. Al comprender y tener en cuenta estos elementos estructurantes, se pueden tomar decisiones informadas y promover un equilibrio adecuado entre el desarrollo humano y la formación del entorno en el área de estudio.

En este sentido, varios autores han abordado temas relacionados con la planificación sostenible y el equilibrio entre los aspectos naturales y urbanos en el desarrollo de áreas cercanas a canteras y otros entornos similares. Jones, Smith y Brown discuten la importancia de considerar los paisajes urbanos-rurales en el desarrollo sostenible, destacando la necesidad de una planificación cuidadosa para lograr una coexistencia armoniosa entre las áreas urbanas y los espacios naturales (Jones, Smith, & Brown, 2021).

Por otro lado, Smith, White y Lister, señalan la importancia de preservar los recursos naturales y la biodiversidad en el diseño y la implementación de proyectos de desarrollo (Smith, White, & Lister, 2020).

Estos enfoques coinciden con los hallazgos de esta investigación, que resaltan la importancia de los recursos naturales y la biodiversidad en el entorno de la cantera, así como el desarrollo gradual de zonas urbanas y rurales cercanas. Es crucial considerar y preservar adecuadamente estos recursos en cualquier intervención futura, al tiempo que se planifiquen y se desarrollen de manera sostenible las áreas urbanas-rurales cercanas (ver anexo 03).

Lugar:



Ilustración 3: Esquema Objetivo 1 - Escala Lugar

Fuente: Propia

En el análisis de las características de la cantera de piedra Cotorumi a escala de lugar, se identificó diversos elementos significativos. En primer lugar, se destaca la proximidad de las viviendas al área de la cantera, lo cual plantea consideraciones importantes en términos de impacto y relación con la comunidad circundante. Además, se observó la presencia de arbolado, lo que puede tener implicaciones tanto en la conservación ambiental como en la estética del lugar. Los accesos a la cantera también constituyen un aspecto relevante, ya que influyen en la movilidad y la interacción con el entorno. Por último, se observó una topografía interna particular en la cantera, resultado de su historial de explotación, lo cual puede generar desafíos u oportunidades en futuras intervenciones y proyectos de recuperación (Ilustración 03).

El análisis de las características de la cantera de piedra Cotorumi a nivel de lugar reveló varios elementos significativos que deben tenerse en cuenta para comprender su contexto y abordar su recuperación.

Como primer punto, se destaca la proximidad de las viviendas al área de la cantera. Rodríguez, García y Fernández discuten la necesidad de evaluar los posibles efectos negativos en términos de ruido, polvo y vibraciones en las viviendas cercanas a las canteras (Rodríguez, García, & Fernández, 2020). Esto resalta la importancia de implementar medidas de mitigación adecuadas para garantizar la convivencia entre la cantera y la comunidad. Esta cercanía plantea consideraciones importantes en términos de impacto en la comunidad, por lo que es

fundamental comprender y abordar los posibles efectos negativos, para garantizar una convivencia adecuada entre la cantera y las viviendas cercanas.

Además, se identificó la presencia de arbolado en la zona. Este aspecto tiene una doble implicación. Por un lado, el arbolado puede desempeñar un papel crucial en la conservación ambiental y en la protección de la biodiversidad local, así mismo, contribuye a la estética y la calidad visual del entorno. La gestión adecuada de la vegetación en el área de la cantera puede proporcionar beneficios ambientales y mejorar la percepción estética del lugar, como lo menciona Smith y Brown, la vegetación ejerce un rol fundamental en la protección de la biodiversidad y en la mejora visual de los paisajes afectados por la actividad minera (Smith & Brown, 2021). Por lo tanto, es esencial considerar la gestión adecuada de la vegetación como parte integral de los planos de recuperación de la cantera.

Los accesos a la cantera son otro elemento identificado relevante en el análisis. Estos accesos no solo determinan la movilidad y la logística dentro y alrededor de la cantera, sino que también influyen en la interacción con el entorno circundante, de la misma forma Johnson, Wilson y Thompson en su artículo, Planificación del Acceso a Canteras, resaltan la importancia de una planificación cuidadosa de los accesos para garantizar una logística eficiente y minimizar los impactos negativos en la infraestructura circundante (Johnson, Wilson, & Thompson, 2020). La planificación adecuada de los accesos puede facilitar la integración de la cantera en su entorno y minimizar los posibles impactos negativos en la infraestructura existente.

Por último, se destacó la topografía interna particular de la cantera, que es el resultado de su historial de explotación. Esta topografía puede presentar desafíos u oportunidades en términos de su uso futuro y su recuperación. La comprensión detallada de la topografía interna permitirá identificar las áreas con mayor potencial para la restauración y adaptación a nuevos usos, así como para abordar de manera efectiva los problemas asociados con la estabilidad del terreno.

En conjunto, el análisis de las características de la cantera a nivel de lugar proporcionó una base para el diseño de estrategias de recuperación y proyectos futuros. La consideración cuidadosa de la proximidad a las viviendas, el arbolado, los accesos y la topografía interna es fundamental para garantizar una recuperación exitosa que tenga en cuenta tanto los aspectos sociales como ambientales del entorno de la cantera (ver anexo 04).

Los resultados del análisis del estado actual de la cantera Cotorumi confirman que los impactos sociales, culturales y ambientales son significativos. Estos resultados refuerzan la necesidad de estrategias de recuperación que integren la conservación ambiental y la participación comunitaria.

OE.02: *Analizar casos de estudio relevantes en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras de piedra con el propósito de identificar las mejores prácticas en términos de diseño sostenible.*

Casos Análogos:



Ilustración 4: Proyecto Revive Macael

Fuente: Ana Armenteros Kindelán

En el análisis de casos análogos, se identificó patrones y pautas aplicables para la recuperación funcional de canteras. Se destacó la eficacia de la arquitectura excavada o subterránea, que aprovecha las cavidades existentes y reduce el impacto visual en el entorno. Además, se evidenció la utilidad de las estructuras ligeras, que permiten una construcción más respetuosa y sostenible (Ilustración 04). Estas estructuras tienen ventajas en términos de construcción sostenible y minimizan el impacto ambiental, además, la elección de materiales ligeros y ecológicos puede contribuir a la eficiencia energética y a la reducción de la huella ambiental (Fernández & López, 2021).

La adaptación de la topografía juega un rol sustancial, ya que a través de ella se genera la espacialidad, relaciones verticales y horizontales y los posicionamientos de los elementos arquitectónicos. La creación de un carácter sensorial a través de la manipulación de la luz, el sonido, el agua y la materialidad contribuyen a una experiencia enriquecedora para los usuarios y brinda un carácter único al lugar. Por último, se enfatizó la importancia de la creación de un nuevo paisaje mediante la incorporación de usos recreativos, viviendas, espacios culturales y turísticos, que promueven la recuperación y la conexión con la comunidad local (Ilustración 04).

Estos patrones resultaron ser determinantes y valiosos para la recuperación de este tipo de espacios y pueden ser aplicados como referencias en proyectos similares.

Cada uno de los casos analizados, demostraron un carácter peculiar individual, es decir cada uno de ellos presentaron características únicas y particulares, que se aprovechan para poder ejecutar un proyecto. Estos abordan estrategias de excavación, aprovechamiento de la topografía, aplicación de usos y la atribución de un carácter sensorial. Sin embargo, todo esto requiere de un estudio minucioso y exhaustivo del lugar previamente.

Esto quiere decir que una adecuada lectura del lugar, dirige y orienta el tipo de intervención que se llevará a cabo, si bien no en su totalidad, pero sí en gran medida.

A pesar de la popularidad de la restauración de ecosistemas post-minería propiciada por el consenso ambiental en temas como el cambio climático, los proyectos de tratamiento y recuperación ecológicos en áreas mineras son sistemáticos y de larga duración, lo que plantea dificultades para rastrear sus efectos. El proyecto de tratamiento ecológico minero implica la interacción y cooperación de varias medidas, incluida la gestión de desastres geológicos, la gestión del agua, la restauración y la ecologización de la vegetación, la planificación y construcción del paisaje, la planificación del tráfico y la reconstrucción y utilización de edificios, así mismo, la restauración ecológica debe tener en cuenta elementos que incluyen el cuerpo de agua, el suelo, la atmósfera, la vegetación y los factores geológicos (Zhao, y otros, 2023)

Identificar estos atributos o características de cada lugar, permite también, evitar que estos en un futuro sean vulnerados, y en su lugar, ejecutar un plan que armonice, equilibre, resalte y preserve todos estos atributos propios del lugar.

Las intervenciones en este tipo de contexto implicaron el reconocimiento detallado del lugar y si bien existen patrones o pautas que nos sugieren cada uno de estos casos, es importante la elección que más se asimile al contexto a aplicar, incluso mejorarlos, ya que cada uno presenta un carácter único individual (ver anexo 05).

OE.03: *Diseñar un plan de estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, que mitiguen el impacto ambiental, cultural y social causado por el abandono de la cantera.*

Estrategias:



Ilustración 5: Esquema Objetivo III - Estrategias

Fuente: Propia

En relación de los resultados obtenidos en los instrumentos del primer y segundo objetivo específico, se diseñó las siguientes estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi:

Estrategia 1: Aplicación de la arquitectura excavada o subterránea.

Estrategia 2: Planificación de una etapa final de extracción (enriquecer la topografía).

Estrategia 3: Generación de espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros.

Estrategia 4: Determinar una relación amigable entre arteificio-naturaleza.

Estrategia 5: Incorporar un carácter sensorial-espacial.

Estrategia 6: Generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos (Ilustración 05).

En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, toda acción proyectual debe orientarse a generar impactos positivos medibles en aspectos ambientales, sociales y económicos, promoviendo el uso eficiente de los recursos naturales, la inclusión social y el crecimiento económico local (ONU, 2015)

En ese marco, la presente investigación evalúa cada estrategia arquitectónica no solo por su potencial funcional y espacial, sino también por su contribución concreta a los objetivos globales, mediante indicadores que permiten evidenciar su sostenibilidad de forma objetiva y comparable.

Aplicación de la arquitectura excavada o subterránea

Las estrategias propuestas incluyeron la aplicación de la arquitectura excavada, aquella que entendiéndose como una estrategia proyectual se basa en la sustracción de material del terreno para crear espacios habitables, en contraste con los sistemas constructivos aditivos, en un acto más próximo a lo escultórico, donde además el terreno actúa como estructura, cerramiento y envolvente (Comino, 2006). La incorporación de arquitectura excavada o subterránea representa una estrategia proyectual sustentable por su capacidad de aprovechar las condiciones preexistentes del terreno y reducir la intervención ambiental mediante soluciones pasivas e integradas. Al emplazar la arquitectura en el interior de la topografía degradada, se minimiza el impacto sobre el paisaje, se evita el consumo adicional de suelo y se favorece la eficiencia energética por medio de la inercia térmica del terreno, lo cual se traduce en un menor consumo de energía para climatización y en una disminución directa de las emisiones de CO₂. Este enfoque responde al principio de eficiencia ambiental, uno de los pilares del desarrollo sostenible.

Asimismo, esta estrategia favorece la accesibilidad y el uso comunitario del espacio, especialmente cuando se destina a funciones culturales o recreativas, incentivando la participación ciudadana, el grado de apropiación social y el número de visitantes. En términos económicos, la arquitectura excavada permite una optimización de recursos mediante la reutilización del vacío existente, lo que disminuye los costos de urbanización y reduce los gastos operativos a largo plazo.

Esta estrategia, aplicada en contextos de recuperación post-explotación, como las canteras, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 11 y 15), al promover ciudades más resilientes, inclusivas y en armonía con el entorno natural (ONU, 2015). Por tanto, la arquitectura excavada constituye una solución proyectual coherente con los principios de la sustentabilidad: eficiencia ecológica, integración paisajística, equidad en el acceso y viabilidad económica.

Planificación de una etapa final de extracción

La planificación de una etapa final de extracción artesanal, orientada a mantener y regular la práctica de la extracción artesanal en la cantera, constituye una estrategia sustentable que articula la preservación del patrimonio productivo local con criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica. Se propone como una estrategia sustentable que articula el aprovechamiento racional del recurso con la protección del conocimiento local, el respeto por el entorno y la regeneración económica del territorio. Esta práctica, basada en técnicas tradicionales y de bajo impacto, se desarrolla con herramientas manuales o semimecanizadas que permiten una extracción controlada, selectiva y energéticamente eficiente. Su aplicación reduce significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), optimiza el uso del recurso pétreo y minimiza la alteración del terreno, lo que la convierte en una alternativa más sostenible que los métodos extractivos industriales. Al fomentar esta práctica de forma planificada y con criterios responsables, se protege el conocimiento técnico local, se dignifica el trabajo tradicional y se promueve un uso racional del recurso natural.

Además de su valor productivo, esta estrategia cumple una función complementaria respecto a la arquitectura excavada, ya que contribuye a enriquecer la topografía mediante la creación de vacíos planificados, plataformas y recorridos que posteriormente pueden integrarse funcionalmente al diseño arquitectónico y paisajístico. Esta articulación permite un aprovechamiento coherente y gradual del territorio, en donde la extracción artesanal no es un residuo del pasado, sino un proceso activo de construcción del paisaje futuro.

De forma paralela, se proyecta la búsqueda y gestión responsable de acuíferos o aguas subterráneas, presentes bajo la cantera. Esta acción se enmarca en los principios de sostenibilidad hídrica, priorizando el uso consciente, la protección del recurso y la posibilidad de incorporar cuerpos de agua o sistemas de recolección en la futura intervención paisajística. Todo esto se llevará a cabo bajo parámetros técnicos rigurosos, asegurando que cualquier intervención en el subsuelo no comprometa la recarga natural ni la calidad de los acuíferos existentes.

Desde el punto de vista ambiental, esta estrategia permite una extracción más controlada y selectiva, que reduce la alteración del entorno y facilita la restauración posterior del paisaje.

Desde el punto de vista social, esta estrategia se fortalece mediante la incorporación de talleres participativos, durante y después del proceso de recuperación de la cantera donde la comunidad

local, especialmente las personas vinculadas históricamente con la actividad extractiva, puedan contribuir con saberes, recibir formación técnica y participar activamente en la toma de decisiones. Esto no sólo fomenta la apropiación comunitaria del proyecto, sino que también protege el oficio intergeneracional y la identidad local como patrimonio inmaterial.

En términos económicos, esta estrategia fortalece la actividad artesanal como una fuente de empleo estable y local, vinculada directamente con la identidad del lugar. Al integrarse con los programas de recuperación y reutilización de la cantera, la extracción final artesanal puede incluso formar parte de un modelo de economía circular, donde el mismo material extraído se utilice en la construcción del proyecto o en la elaboración de piezas para la venta. En este sentido, se alinea con los principios del desarrollo sostenible al promover un aprovechamiento del recurso compatible con la regeneración territorial, la identidad cultural y la autonomía económica.

Es fundamental explicar que en la actualidad existe la extracción artesanal como parte de sus actividades económicas, que se han heredado a lo largo de los años y que sobre todo ha formado parte de la identidad de la provincia de Santa Cruz, por lo que para dar viabilidad a esta estrategia se respetará e implementará este sistema de extracción propia del lugar.

Generación de espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros

La utilización de estructuras arquitectónicas livianas constituye una estrategia proyectual sustentable que responde con sensibilidad al carácter específico del paisaje de cantera. Esta decisión busca minimizar el impacto constructivo sobre el entorno, evitar intervenciones masivas e irreversibles, y establecer un diálogo equilibrado entre arquitectura y geología. A diferencia de las estructuras pesadas y dominantes, los sistemas livianos, como cubiertas tensadas, módulos prefabricados o estructuras metálicas desmontables, permiten adaptarse a la topografía existente, seguir las irregularidades del terreno y establecer una arquitectura que acompaña, más que impone.

Desde el punto de vista ambiental, este enfoque reduce significativamente el consumo de recursos materiales, energéticos y logísticos, ya que requiere menos volumen de excavación, cimentación y transporte. Además, muchas de estas soluciones permiten ser reversibles o desmontables, lo que extiende su vida útil más allá del sitio original.

Socialmente, estas estructuras permiten una ocupación progresiva del territorio, mediante sistemas de montaje rápido y adaptable, que pueden adecuarse a diferentes usos según las necesidades comunitarias. Esto habilita la generación de espacios públicos flexibles, áreas de encuentro o espacios culturales sin comprometer la integridad paisajística. Esta estrategia, por tanto, respeta el carácter simbólico y visual del sitio, permitiendo que la cantera conserve su protagonismo como expresión geológica e histórica.

Económicamente, las soluciones livianas pueden resultar más eficientes en términos de costos de ejecución, transporte y mantenimiento. Al integrar sistemas modulares o prefabricados, se facilita también la participación de mano de obra local y se reduce el tiempo de obra. Además, estas estructuras pueden fabricarse con materiales reciclados o de bajo impacto, lo que contribuye a cerrar el ciclo de vida del proyecto.

En conjunto, esta estrategia permite que la arquitectura se convierta en un elemento mediador, que potencia las cualidades espaciales y materiales de la cantera sin ocultarlas ni transformarlas en exceso, integrando así la ética de la sustentabilidad con una estética del respeto y la armonía territorial.

Determinar una relación amigable entre artefacto-naturaleza

Establecer una relación armónica entre el artefacto construido y la naturaleza existente, en la que el edificio no se imponga sobre el territorio, sino que se inserte de forma respetuosa, reconociendo y potenciando sus características geológicas, hidrológicas y ecológicas. Este enfoque proyectual parte de una visión sistémica del territorio, donde el diseño arquitectónico debe entenderse como parte de un ecosistema más amplio, capaz de restaurar dinámicas naturales y favorecer procesos de regeneración ambiental.

Desde el punto de vista ambiental, esta estrategia se materializa en la utilización responsable del agua subterránea, con base en estudios hidrogeológicos que permitan identificar, proteger y eventualmente incorporar los acuíferos al proyecto sin comprometer su equilibrio. Asimismo, contempla acciones como la reforestación con especies nativas, la recuperación de suelos erosionados y la creación de nuevos hábitats para flora y fauna local, transformando el sitio degradado en una infraestructura ecológica activa. Esto permite generar beneficios ecosistémicos medibles, como aumento de cobertura vegetal o incremento de la biodiversidad.

En términos de diseño urbano, esta estrategia proyecta la cantera como un espacio de transición entre lo urbano y lo natural, un umbral donde el tejido construido se diluye en el paisaje. El

edificio no se presenta como objeto aislado, sino como un elemento que media entre escalas y sistemas. El proyecto, en este sentido, no se limita a construir, sino que repara, conecta y reequilibra. La integración de senderos ecológicos, miradores, cuerpos de agua y vegetación, permite que el usuario experimente una secuencia gradual desde lo urbano hacia lo natural, fortaleciendo el valor pedagógico y ambiental del lugar.

Social y culturalmente, esta estrategia fortalece el sentido de pertenencia comunitario al ofrecer un paisaje restaurado que acoge la memoria geológica del sitio y la transforma en un espacio útil, saludable y accesible. La reforestación y el diseño con criterios ecológicos son también herramientas educativas que pueden vincularse con programas de participación ciudadana, voluntariado ambiental o actividades culturales al aire libre. Este principio es clave para una propuesta que no busca solo intervenir el vacío, sino convertirlo en un umbral ecológico entre ciudad y naturaleza.

Incorporar un carácter sensorial-espacial

La recuperación arquitectónica de una cantera no debe limitarse a la dimensión funcional o ecológica del proyecto, sino que debe también considerar su capacidad de generar experiencias sensibles que otorguen significado, pertenencia e identidad al sitio. Por ello, esta estrategia proyectual propone incorporar un carácter sensorial-espacial, mediante la manipulación intencionada de elementos como la luz natural, la acústica, el agua y la materialidad, para ofrecer un recorrido perceptivo que conecte al usuario con las cualidades físicas, atmosféricas y simbólicas del paisaje recuperado.

Desde el enfoque arquitectónico, esta estrategia busca enriquecer la percepción del espacio a través de estímulos que actúan sobre los sentidos: el contraste de luces y sombras en cavidades excavadas, la resonancia del sonido en espacios semienterrados, el reflejo del agua como superficie viva, o la textura de los materiales pétreos conservados in situ. Este tipo de intervención convierte el espacio en una experiencia multisensorial, que no solo se habita, sino que se siente, recorre y recuerda.

Este enfoque también contribuye a consolidar una identidad única del lugar, al vincular la forma, el material y la atmósfera del espacio con la memoria geológica y cultural del sitio. Así, el diseño no se impone como artificio externo, sino que emerge desde el terreno y sus cualidades. La arquitectura se convierte en un mediador entre cuerpo y territorio, invitando al

visitante a una experiencia pausada, introspectiva, que promueve una nueva forma de habitar el vacío.

Socialmente, esta estrategia facilita una conexión emocional y simbólica entre la comunidad y el lugar recuperado, al transformar un espacio degradado en un escenario de encuentro sensorial y contemplativo. Esta condición estética y experiencial potencia el valor patrimonial del sitio, incluso si no es considerado patrimonio oficial, al consolidarlo como parte del imaginario colectivo local.

En este sentido, el carácter sensorial-espacial se convierte en un recurso proyectual sustentable, no por reducir emisiones o reutilizar materiales, sino por prolongar la vida cultural y emocional del espacio mediante la experiencia perceptiva.

Generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos

Las tipologías de recuperación de las canteras abandonadas se pueden esquematizar según los siguientes propósitos: naturalístico, recreativo, cultural, educativo y productivo. La recuperación naturalista de una cantera es un método de intervención basado en la recuperación vegetal y forestal, mediante la realización de zonas verdes, la rehabilitación lúdica, junto con fines culturales y educativos, tiene como finalidad la realización de distintos espacios, destinados a recibir servicios y equipamientos con funciones lúdicas y educativas: equipamientos turísticos, museos, galerías, actividades musicales y deportivas e instalaciones de ocio. La reposición productiva incluye la recuperación agrícola y turística. En el primer caso, el alcance es devolver la cantera descartada a su condición original de agroecosistema. El segundo caso consiste en cambio en hacer más atractivo el territorio para incentivar las visitas de los turistas (Talento, Amado, & Kullberg, 2020).

Teniendo en cuenta ello, y analizando las características propias, se planteó la adaptación de usos recreativos y turísticos como parte integral de la recuperación de la cantera. Desde la perspectiva territorial, esta estrategia reconoce el potencial del sitio para albergar actividades de bajo impacto vinculadas al ocio, la cultura y el turismo responsable. Se plantea la inclusión de recorridos paisajísticos, espacios para la contemplación, miradores, senderos ecológicos, áreas de interpretación geológica, centros culturales o espacios expositivos al aire libre, que permitan revitalizar el lugar sin comprometer su identidad natural ni geológica. Esta programación flexible contribuye a integrar la cantera al sistema urbano y a proyectarla como un nodo de atracción y encuentro comunitario.

En términos de sostenibilidad, esta estrategia permite activar procesos económicos locales mediante el turismo de cercanía, favoreciendo la participación de la comunidad en actividades como venta de artesanía, gastronomía o eventos culturales, que fomentan una mejor calidad de vida a los pobladores. Al tratarse de usos recreativos de baja densidad, su impacto ambiental es controlado y puede ser gestionado con criterios sustentables (control de flujos, manejo de residuos, accesibilidad universal, materiales de bajo impacto, etc.).

Socialmente, la adaptación de estos usos permite reconectar a la comunidad con el sitio desde una perspectiva activa y contemporánea. La cantera deja de ser un espacio residual o abandonado para convertirse en un paisaje productivo y simbólico, que articula memoria, experiencia y uso. Este nuevo paisaje no solo recupera la topografía alterada, sino que le otorga una nueva vida funcional, basada en el disfrute, el aprendizaje y la contemplación. Esta estrategia, entonces, no busca cubrir la huella de la cantera, sino convertirla en un escenario activo de regeneración social, ecológica y cultural.

En resumen, las estrategias propuestas se basaron en los resultados de la investigación y tienen como objetivo principal la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, las cuales constituyen un conjunto coherente y complementario de acciones orientadas a restituir el valor ecológico, social, cultural y paisajístico del territorio intervenido. Cada una de estas estrategias se fundamenta en principios de sostenibilidad, no solo desde la reducción del impacto ambiental, sino también desde la generación de valor simbólico, la integración territorial y la activación comunitaria.

La arquitectura excavada o subterránea se plantea como una respuesta técnica y contextual a las condiciones geológicas del sitio, minimizando la alteración paisajística y favoreciendo la eficiencia energética pasiva. Su integración con la planificación de una etapa final de extracción artesanal, no solo garantiza una transición productiva responsable, sino que permite preservar saberes locales, reducir emisiones de CO₂ y activar la economía del lugar. A su vez, la incorporación de estructuras arquitectónicas livianas refuerza la armonía visual y física con el entorno, adaptándose a la topografía sin imponerse sobre ella.

Complementariamente, la estrategia de relación entre artefacto y naturaleza propone una visión restaurativa del paisaje, en la que el edificio dialoga con los sistemas naturales existentes, se orienta a la recuperación ecológica activa y construye una transición equilibrada entre lo urbano y lo natural. Esta lógica de integración se enriquece con el enfoque sensorial-espacial, que transforma el recorrido por la cantera en una experiencia perceptiva significativa, dotando al

sitio de una identidad única a través de la luz, el sonido, el agua y la materia. Finalmente, la adaptación de usos recreativos, culturales y turísticos convierte al paisaje intervenido en un espacio dinámico y productivo, que genera vínculos con la comunidad y diversifica sus funciones sin comprometer la integridad ecológica del sitio.

En conjunto, estas estrategias no solo responden a los desafíos ambientales, sino que integran aspectos económicos, sociales y culturales bajo una perspectiva territorial, además son fundamentales para lograr una recuperación exitosa y sostenible de la cantera de piedra Cotorumi. De este modo, el proyecto se convierte en una herramienta para repensar los espacios degradados no como residuos del pasado, sino como escenarios para una transformación sostenible e inclusiva (ver anexo 06;07;08).

Tabla 1

Relación entre estrategias proyectuales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Estrategia proyectual	Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados
1. Aplicación de la arquitectura excavada o subterránea	ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles; ODS 13: Acción por el clima; ODS 9: Industria, innovación e infraestructura
2. Planificación de una etapa final de extracción	ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico; ODS 12: Producción y consumo responsables; ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres
3. Generación de espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros	ODS 11, ODS 9, ODS 13
4. Determinar una relación amigable entre artefacto-naturaleza	ODS 11, ODS 15, ODS 6: Agua limpia y saneamiento
5. Incorporar un carácter sensorial-espacial	ODS 3: Salud y bienestar; ODS 11; ODS 4: Educación de calidad
6. Generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos	ODS 11; ODS 8; ODS 10: Reducción de las desigualdades; ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

Nota. Elaboración propia basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2015).

Tabla 2*Indicadores de impacto por estrategia proyectual*

Estrategia proyectual	Indicadores de sostenibilidad
Aplicación de la arquitectura excavada o subterránea	<ul style="list-style-type: none"> - % de reducción del consumo energético anual - Reducción del impacto visual (evaluación paisajística) - Aumento de inercia térmica natural (kWh/m²)
Planificación de una etapa final de extracción	<ul style="list-style-type: none"> - N° de empleos locales generados - % de reducción de maquinaria pesada utilizada - Volumen extraído manualmente (m³) - Emisiones evitadas de CO₂ (kg)
Generación de espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros	<ul style="list-style-type: none"> - % de materiales reutilizables - Peso estructural total (kg/m²) - Tiempo estimado de montaje/desmontaje (días)
Determinar una relación amigable entre edificio-naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> - N° de especies nativas reintroducidas - Superficie reforestada (m²) - Volumen de agua reutilizada o infiltrada (m³)
Incorporar un carácter sensorial-espacial	<ul style="list-style-type: none"> - % de iluminación natural aprovechada - N° de elementos sensoriales por espacio - Nivel de confort acústico (dBA)
Generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos	<ul style="list-style-type: none"> - N° de visitantes anuales esperados - N° de actividades culturales planificadas - Ingreso económico proyectado (USD/año)

Nota. Elaboración propia con base en criterios de sostenibilidad medible según la Agenda 2030 (ONU, 2015) y parámetros de eficiencia ambiental, social y económica.

Tabla 3*Relación entre indicadores e impactos sostenibles*

Indicador	Ambiental	Social	Económico
Reducción del consumo energético anual	✓		✓
Reducción del impacto visual	✓		
Mejora de inercia térmica natural	✓		✓
Nº de empleos locales generados		✓	✓
% de maquinaria reducida en la extracción	✓		✓
Emisiones de CO ₂ evitadas	✓		
% de materiales reutilizables	✓		✓
Tiempo estimado de montaje/desmontaje	✓		✓
Superficie reforestada (m ²)	✓		
Nº de especies nativas reintroducidas	✓		
Volumen de agua reutilizada o infiltrada (m ³)	✓		
Aprovechamiento de luz natural	✓		✓
Nivel de confort acústico y sensorial	✓	✓	
Nº de actividades culturales o talleres		✓	
Ingreso económico proyectado (USD/año)			✓
Nº de visitantes anuales esperados		✓	✓

Nota. Elaboración propia basada en principios de sostenibilidad ambiental, social y económica conforme a la Agenda 2030 (ONU, 2015)

Tabla 4

Criterios para medir el éxito sostenible de cada estrategia proyectual

Estrategia proyectual	Éxito sostenible esperado	Indicador clave	Método de evaluación	Dimensión de sostenibilidad	Frecuencia de medición
1. Aplicación de la arquitectura excavada o subterránea	Reducción significativa de la demanda energética y visual	% de ahorro energético anual y baja alteración paisajística	Simulación energética + evaluación paisajística	Ambiental / Económica	Anual
2. Planificación de una etapa final de extracción	Generación de empleo digno y reducción de emisiones	Nº de empleos locales y emisiones de CO ₂ evitadas	Registros comunitarios + cálculo de huella de carbono	Social / Ambiental / Económica	Semestral
3. Generación de espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros	Construcción de bajo impacto y adaptable	% de materiales reciclables y tiempo de montaje	Auditoría de materiales + cronograma de obra	Ambiental / Económica	Por proyecto / ejecución
4. Determinar una relación amigable entre edificio-naturaleza	Equilibrio ecológico y gestión responsable del agua	Nº de especies nativas reintroducidas y volumen de agua reutilizada	Monitoreo ambiental + indicadores hídricos	Ambiental / Social	Trimestral
5. Incorporar un carácter sensorial-espacial	Mejora del bienestar y valorización del entorno	% de luz natural, nivel acústico y percepción del usuario	Mediciones técnicas + encuestas de experiencia	Social / Ambiental	Anual
6. Generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos	Revitalización social y generación de ingresos sostenibles	Nº de visitantes y eventos + ingreso económico anual	Registros de uso + análisis económico local	Social / Económica	Trimestral / Anual

Nota. Elaboración propia con base en los principios de sostenibilidad definidos por la Agenda 2030 (ONU, 2015), priorizando indicadores medibles en las dimensiones ambiental, social y económica.

Conclusiones

La implementación de estrategias sostenibles para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi no solo mitigará los impactos ambientales y sociales, sino que transformará la cantera en un modelo de desarrollo sostenible que podría ser replicado en otras regiones con canteras abandonadas.

Toda propuesta asociada al desarrollo de un plan de recuperación sostenible de espacios de cantera post-explotación, como en el caso de la cantera de piedra Cotorumi, debe abordar de manera integral los siguientes aspectos clave: primero, un análisis exhaustivo del estado actual de la cantera; segundo, un análisis de casos análogos en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras; y, por último, el diseño de estrategias para la recuperación de dichos espacios. Estos tres componentes se entrelazan para construir una base sólida y completa que permitirán dar un nuevo valor a este tipo de espacios y sobre todo mitigar los impactos negativos como consecuencia del abandono post-explotación.

La evaluación exhaustiva del estado actual de la cantera de piedra Cotorumi y su entorno revela una serie de aspectos esenciales relacionados con sus características geológicas, ambientales, culturales y sociales. Este análisis proporciona una base sólida para comprender la complejidad de este sitio y sienta las bases para la formulación de estrategias de recuperación sostenible que no solo preservan su riqueza geológica y ambiental, sino que también promueven su integración cultural y social en beneficio de la comunidad y el entorno. Estos hallazgos son fundamentales para orientar futuras acciones de recuperación de la cantera, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la región.

Asimismo, a través del análisis de diversos casos de estudio en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras de piedra, esta investigación ha proporcionado una visión integral de las mejores prácticas en diseño sostenible aplicadas a este contexto. Los casos analizados han demostrado que la recuperación de canteras no solo es factible, sino que puede convertirse en un motor de desarrollo sostenible al aprovechar de manera eficaz los recursos disponibles y promover la integración armoniosa de estas áreas en su entorno natural y social. Las lecciones aprendidas de estos ejemplos resaltan la importancia de considerar factores geológicos, ambientales, culturales y comunitarios en el diseño de estrategias de recuperación.

Por lo tanto, la elaboración de un plan de estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi representa un paso fundamental en la dirección de abordar y mitigar el impacto negativo que ha dejado la explotación y posterior abandono de este sitio. Las estrategias constan en: aplicar la arquitectura excavada o subterránea, planificar una etapa final de extracción, generar espacios a través de elementos arquitectónicos livianos o ligeros, determinar una relación amigable entre artificio-naturaleza, incorporar un carácter sensorial-espacial y generar un nuevo paisaje adaptando usos recreativos, culturales y turísticos. Estas propuestas no solo tienen en cuenta la restauración de las condiciones ambientales y geológicas, sino que también reconocen la importancia de preservar y revitalizar los aspectos culturales y sociales de la comunidad circundante.

Este plan subraya la necesidad de un enfoque integral y multidisciplinario, que abarque desde la restauración de la topografía y la reforestación hasta la promoción de actividades culturales y recreativas en la zona recuperada. Al adoptar un enfoque de diseño sostenible que considere los valores ecológicos, culturales y sociales, se espera que el proceso de recuperación de la cantera no solo restaure el área, sino que también genere un entorno más saludable, estéticamente atractivo y enriquecedor para la comunidad local.

En última instancia, este plan de estrategias ofrece una guía sólida para la recuperación exitosa y sostenible de la cantera de piedra Cotorumi, promoviendo la armonía entre el entorno natural y las actividades humanas, y contribuyendo al bienestar tanto del ecosistema como de la comunidad.

Recomendaciones

Se recomienda que las autoridades locales implementen un programa de capacitación para las comunidades cercanas a la cantera sobre los beneficios de la recuperación sostenible, y que se establezca una normativa que redirija el proceso de recuperación post-explotación minera en la región.

Además, se recomienda tomar esta investigación como un modelo para la recuperación sostenible de canteras de piedra en diversas regiones de nuestro país. Los hallazgos y estrategias desarrolladas aquí pueden servir de guía para abordar sitios similares en todo el país, dejando una huella positiva en términos de oportunidades de recuperación. Es fundamental promover la aplicación de este enfoque en contextos geográficos y geológicos variados, y que las estrategias a implementar promuevan la conservación del entorno natural, fomenten el turismo responsable y garanticen la participación activa de la comunidad en las actividades relacionadas con la cantera e integrar los aspectos urbanos-rurales si fuera el caso.

Para garantizar la continuidad y la mejora constante de los esfuerzos de recuperación de canteras, se recomienda la realización de investigaciones complementarias. Estas investigaciones pueden abordar aspectos específicos relacionados con el impacto ambiental, cultural, social y arquitectónico de la recuperación. Además, deben centrarse en diferentes regiones del país y adoptar un enfoque multidisciplinario.

Se incentiva a los profesionales, las autoridades y las organizaciones interesadas a utilizar los enfoques y estrategias presentadas aquí como punto de partida para el desarrollo de proyectos similares. La adaptación de estas estrategias a las condiciones específicas de cada lugar es esencial.

Es importante recordar que no existe un enfoque único para la recuperación de canteras, ya que diferentes tipos de minería (tajo abierto, subterráneo) y la variabilidad en la materialidad (tierra, mármol, carbón, piedra, etc.) generarán contextos únicos. Por lo tanto, se enfatiza en la evaluación y adaptación de cada estrategia según las condiciones particulares de cada sitio a recuperar. La flexibilidad y la personalización son claves.

Asimismo, dada la cantidad de actividad minera que se realiza en nuestro país y sobre todo en la región Cajamarca, se debe generar una normativa que exija en el término de explotaciones mineras, la recuperación sostenible de dichas intervenciones para lograr una gestión más efectiva y responsable de las actividades mineras en todo el país, especialmente en las canteras de piedra, de acuerdo al plan de recuperación basado en las siguientes tres fases:

Fase 01 - Diagnóstico inicial: en el que se realiza un análisis exhaustivo del estado actual de la cantera para identificar características geológicas, ambientales, culturales y sociales.

Fase 02 - Análisis de casos de estudio: se analizan casos análogos en el ámbito de la recuperación de canteras para identificar las mejores prácticas en términos de diseño sostenible.

Fase 03 - Diseño de estrategias: las cuales puedan ser aplicables para la recuperación de la cantera y mitiguen el impacto ambiental, cultural y social causado por el abandono de la cantera.

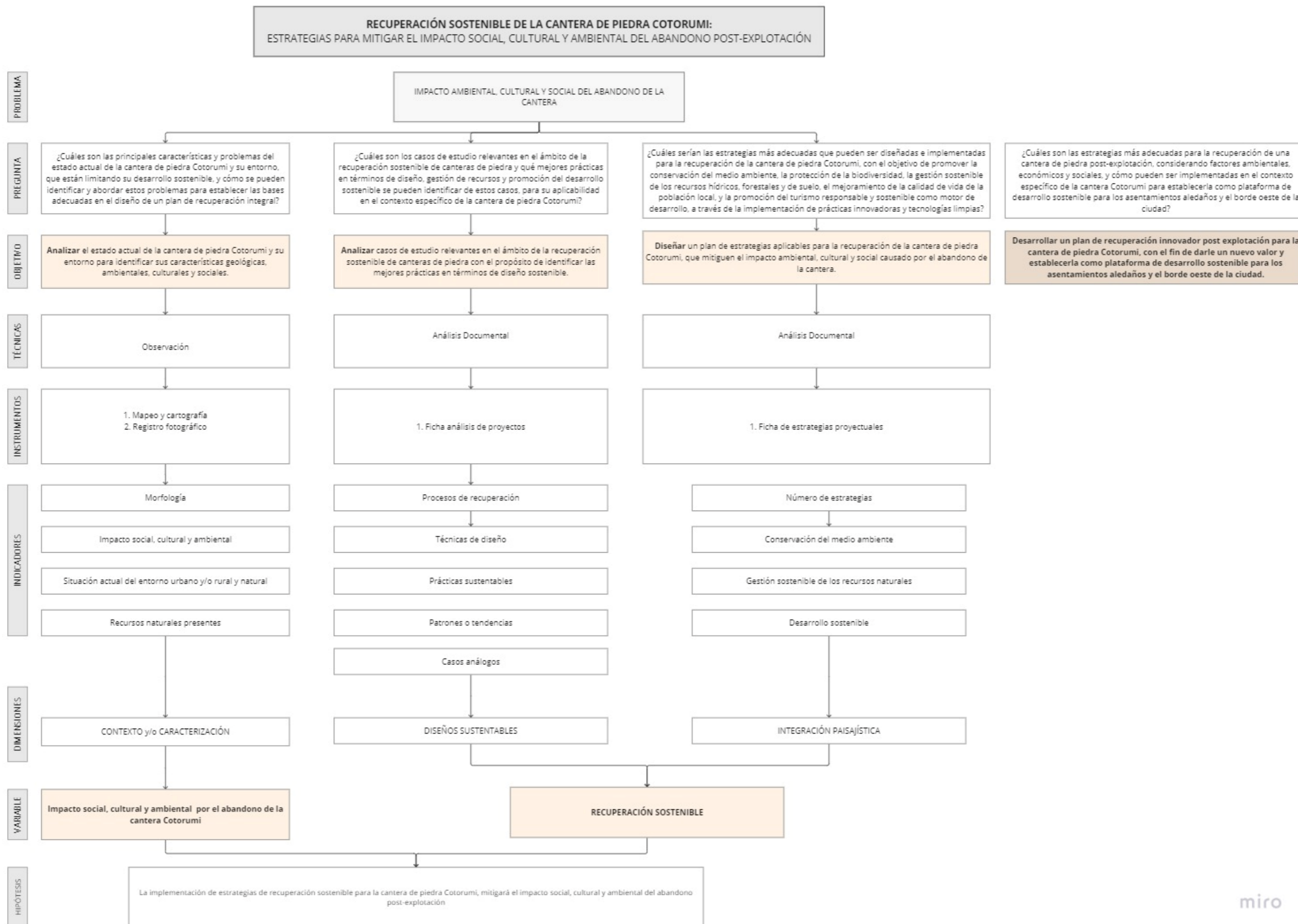
En resumen, esta investigación no solo proporciona valiosas recomendaciones para la recuperación de canteras en la provincia de Santa Cruz, sino que también puede ser un referente esencial a nivel nacional. Al fomentar la aplicación, la investigación complementaria y la adaptación a una variedad de contextos, se puede promover una gestión más efectiva de los recursos naturales y el desarrollo sostenible post-explotación de canteras en general en todo el país, contribuyendo al bienestar de las comunidades y al cuidado de nuestro entorno natural.

Referencias

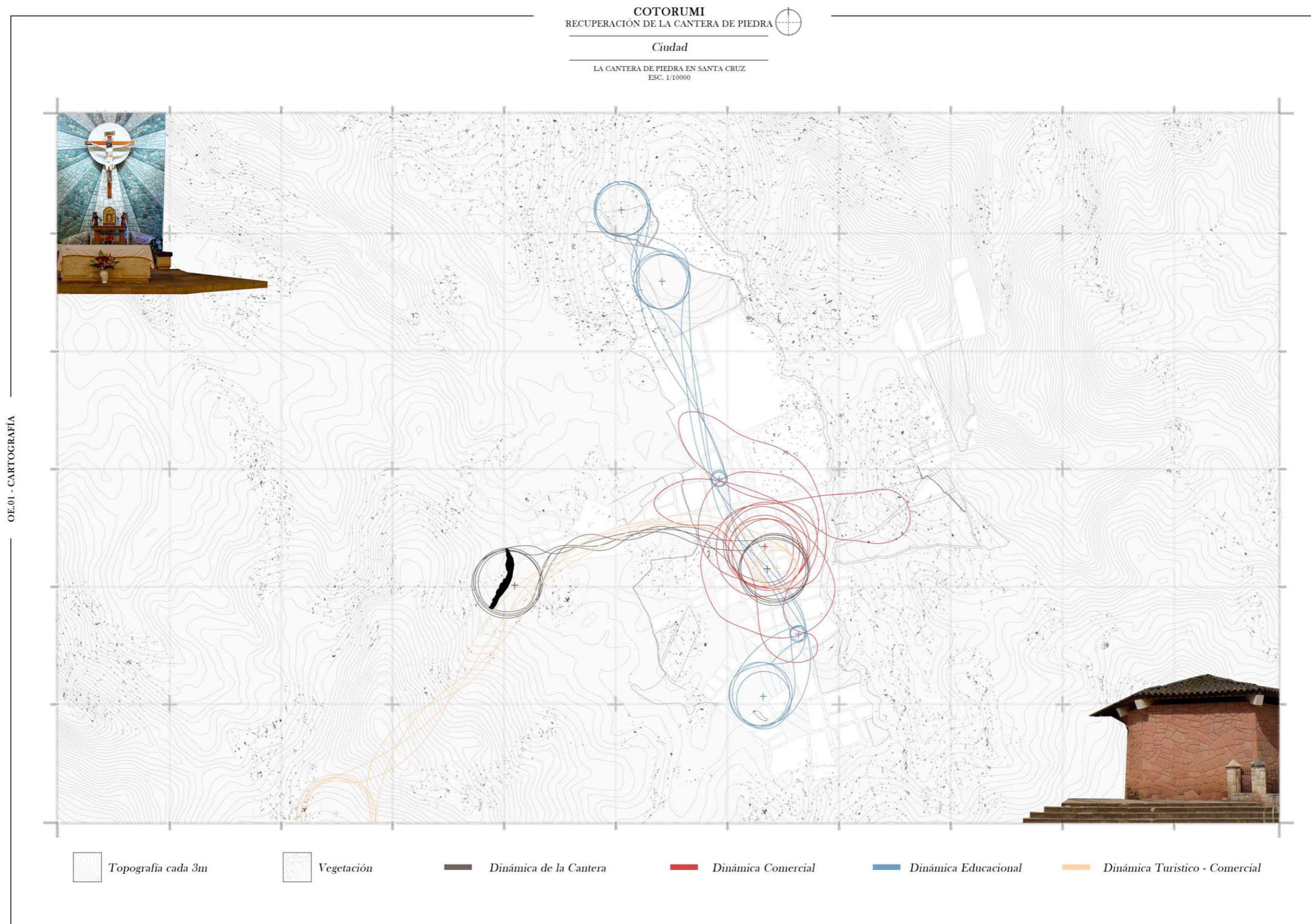
- Colmenares, S. (2019). De la "tabula rasa" al "terrain vague". El vacío como comienzo. *Rita_11*, 66-73.
- Comino, M. A. (2006). *Arquitecturas excavadas: El proyecto frente a la construcción de espacio*. Barcelona: Fundación Arquia, colección Arquia/Tesis n.º 21.
- Espinosa, G. D.-R. (2011). Golden Lane. Sobre la Calidad Vacía del Espacio Público en la obra de los Smithson. *Vivienda Colectiva: Sentido de lo Público*, 60-71.
- Fernández, J., & López, M. (2021). Estructuras ligeras para la rehabilitación sostenible de canteras. *Revista de Arquitectura Sostenible e Ingeniería Civil*, 23-34.
- García, R., JC, & Makinen, K. (2021). El turismo y la gestión de los recursos locales: un examen de las experiencias culturales en Finlandia. *Revista de Turismo Sostenible*, 1-18.
- Gómez, R. C., Calabuig, D. D., & Cuelco, J. T. (2011). DEL MAT-BUILDING. *Boletín Académico*, 54-62.
- Jeldes, S. L., & Fernández, Á. C. (2020). Estrategias Urbanas en sitios eriazos: de lo transitorio a lo permanente. De la isla al archipiélago. *Rita-14*, 162-169.
- Johnson, M., Wilson, K., & Thompson, J. (2020). Planificación del Acceso a Canteras: Retos y Oportunidades. *Gestión de canteras*, 34-39.
- Jones, P., Smith, R., & Brown, T. (2021). Interfaces urbano-rurales: planificación para el desarrollo sostenible. *Revisión de Urbanismo*, 83-106.
- Kindelán, A. A. (2019). *Archivo de Diseño Arquitectónico Dpa-Etsam*. Obtenido de Archivo de Diseño Arquitectónico Dpa-Etsam: <https://archive.dpa-etsam.com/projects/revive-macael>
- Martínez, J. P., Donoso, N. S., & Carreño, J. M. (2021). PLAYGROUNDS Y ESPACIO COMÚN. A PROPÓSITO DEL JUEGO. *Emergencias del Espacio Común*, 50-67.
- ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Rodríguez, S., García, M., & Fernández, J. (2020). Impacto ambiental y social de las canteras en las viviendas urbanas. *Revista de Geografía*, 76-89.
- Smith, A., White, S., & Lister, N. (2020). Compensaciones de Biodiversidad: Lecciones del Campo. En A. Smith, S. White, & N. Lister, *Compensaciones de Biodiversidad: Lecciones del Campo*. (págs. 335-364). Editorial Edward Elgar.

- Smith, M., & Johnson, P. (2020). Turismo sostenible: Teoría y práctica. *Publicaciones de vista de canal*.
- Smith, T., & Brown, R. (2021). Restauración de vegetación en paisajes de canteras: un enfoque integrador. *Revista de Gestión Ambiental*, 110-119.
- Studio, E. (2018). *Ensamble Studio*. Obtenido de Ensamble Studio: <https://www.ensamble.info/canterra-house-in-menorca>
- Talento, K., Amado, M., & Kullberg, J. (2020). Canteras: de lugares abandonados a lugares renovados. *MDPI*, 5-7.
- Valencia, N. (10 de Febrero de 2015). *ArchDaily*. Obtenido de ArchDaily: <https://www.archdaily.pe/pe/761974/vivir-en-la-piedra-primer-lugar-en-concurso-de-ideas-inspiration-hotel-2014-arequipa-peru>
- Zhao, D., Zhang, W., Xie, W., Liu, C., Yang, Y., Chen, Y., & Ren, C. (2023). Restauración ecológica y transformación del área minera de esquisto bituminoso de Maoming: experiencia e inspiraciones. *MDPI*, 2-9.

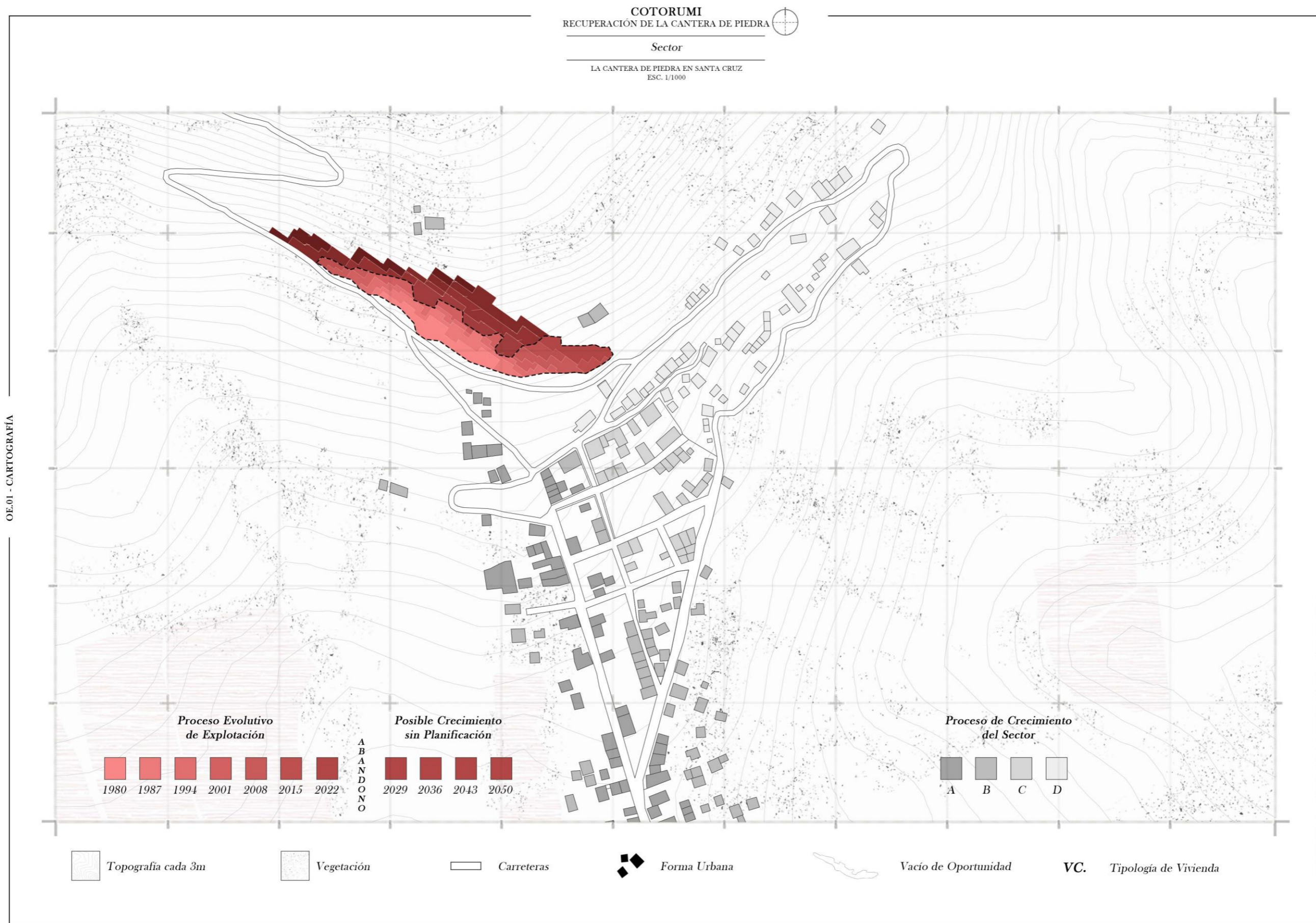
Anexo 1: Organizador gráfico



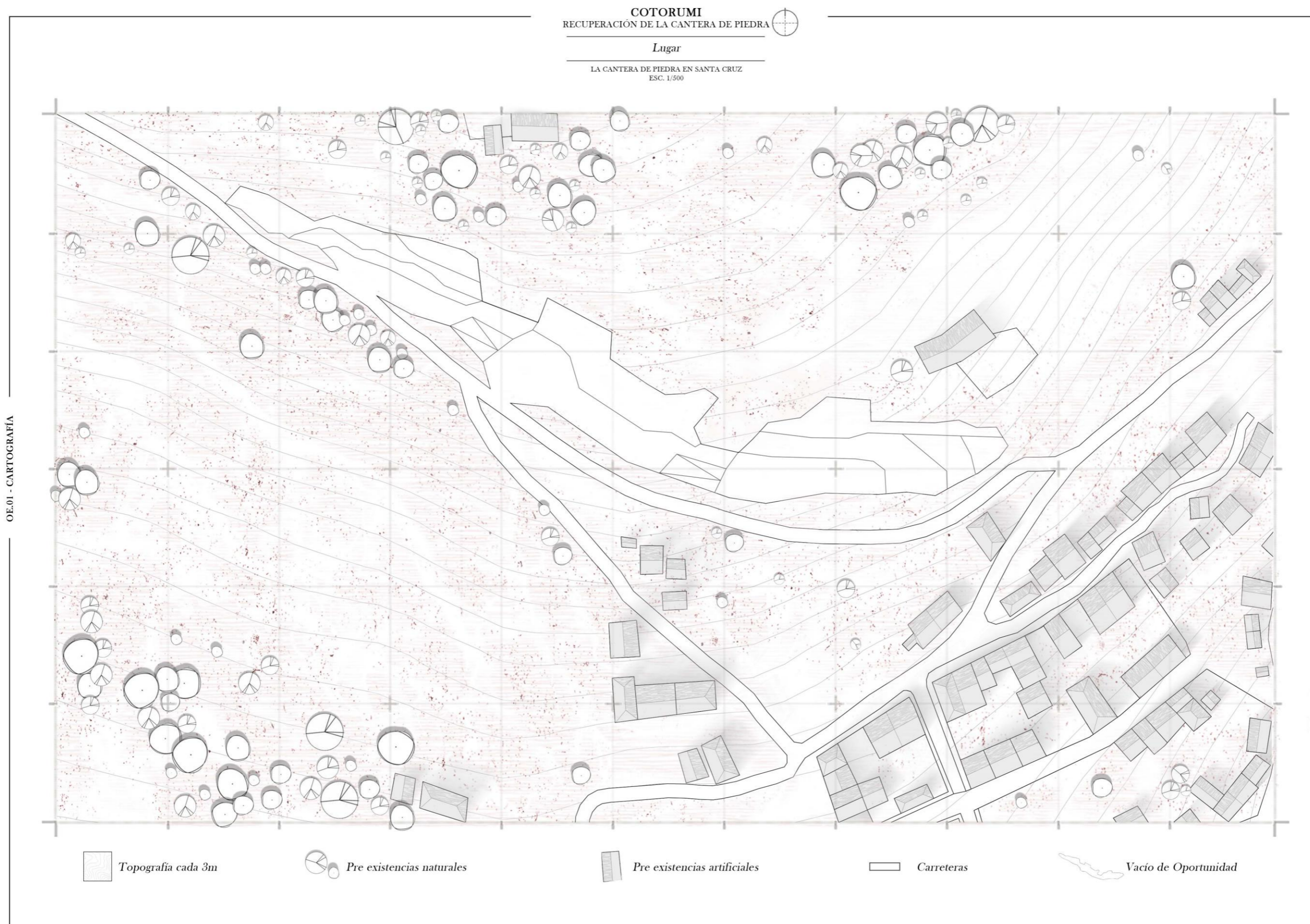
Anexo 2: Instrumento – Cartografía de relación de dinámicas ciudad-cantera a escala de ciudad: OE.01



Anexo 3: Instrumento – Cartografía elementos estructurantes del entorno de la cantera de piedra Cotorumi a escala de sector: OE.01



Anexo 4: Instrumento – Cartografía características de la cantera de piedra Cotorumi a escala de lugar: OE.01



Anexo 5: Instrumento – Cartografía análisis de casos análogos: OE.02

COTORUMI
RECUPERACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA

Proyectos

LA CANTERA DE PIEDRA EN SANTA CRUZ

OE.02 - FICHA ANÁLISIS DE PROYECTOS

01 CA'N TERRA
(Ensamble Studio)

Arquitectura Excavada



Adapta un carácter Sensorial



Genera un nuevo paisaje



Ca'n Terra es la casa de la tierra: primero eso, tierra; luego cantera, vaciada de su piedra Mares y luego abandonada, para ser redescubierta décadas más tarde y convertirse en arquitectura.

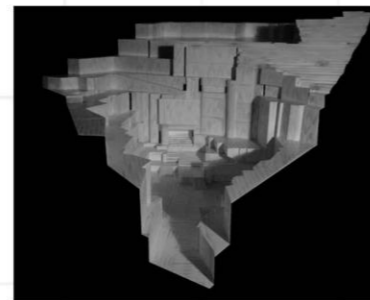
El espacio encontrado tiene lógica industrial, potencial artístico como sublime caverna tallada a mano y naturaleza mineral como extracto del paisaje pedregoso de la isla de Menorca. Encontrar este espacio excavado en las entrañas de la tierra y reinventar su uso implica escribir una nueva historia que pueda rescatarlo de su abandono.

02 CANTERA DE MÁRMOL
(Abdón Medina)

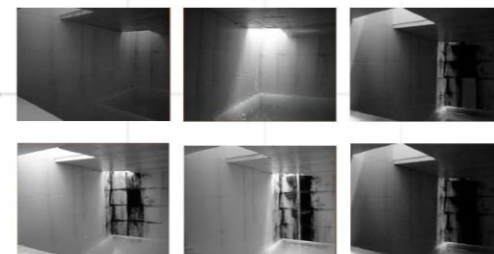
Arquitectura Extractiva y Subterránea



Topografía como parte del Diseño



Experimentación Sensorial



La extracción ha alterado el paisaje y ha tenido un impacto ambiental, económico, técnico, político y social. Lo que implica una necesaria intervención del hombre para devolverle al mismo paisaje un nuevo valor.

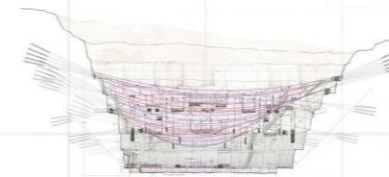
Se busca no basarse en el sistema extractivo a cielo abierto como se venía utilizando, sino que el arquitecto planifique un sistema de extracción subterráneo que añada un nuevo valor al lugar en el paisaje destinados a la experimentación sensorial (piedra, agua, luz y sonido).

03 REVIVE MACAEL
(Ana Armenteros)

Red de pequeñas actuaciones



Aprovecha la Topografía para utilizar elementos efímeros y ligeros



Genera un nuevo paisaje



Se propone revivir las canteras de Macael transformándolas en una forma diferente de movimiento, actividad y sonido.

Se trata de un proyecto que regenera el territorio, explotando las cualidades de las canteras para crear un nuevo paisaje. A través de pequeñas actuaciones, transformando y articulando el lugar en su conjunto.

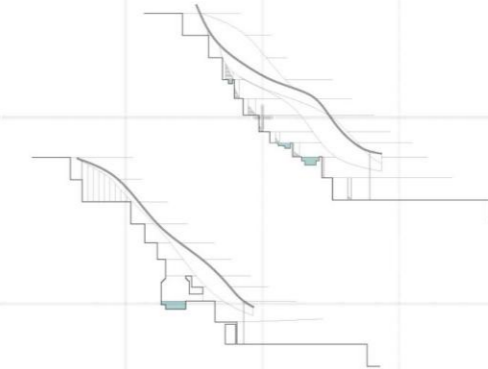
Posee un carácter efímero y ligero. Se aprovechan las partes más adecuadas de la topografía que ha quedado tras la explotación de las canteras para las funciones del festival.

04 CENTRO DE BAÑO EN ITALIA
(Aut Studio)

Estructura Ligera



Topografía aterrizada como generador de espacios



Genera un nuevo paisaje



Se descansando suavemente sobre una cantera, 'la cortina' (elemento ligero) es una cobertura estructural inusual desarrollada la marca aut studio. El proyecto es un centro de baño o de bienestar compuesto por piscinas cubiertas y al aire libre que se excavarían en la topografía aterrizada existente y estarían protegidas por el drapeado superior.

La estructura suspendida de aut studio sobre la cantera cubre, pero no tacha, los escalones existentes, manteniendo su forma natural y creando un espacio 'intermedio' que no es ni interno ni externo.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Anexo 6: Instrumento – Cartografía diseño de estrategias: OE.03

COTORUMI
 RECUPERACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA
 Estrategias
 LA CANTERA DE PIEDRA EN SANTA CRUZ

01

ARQUITECTURA SUBTERRÁNEA

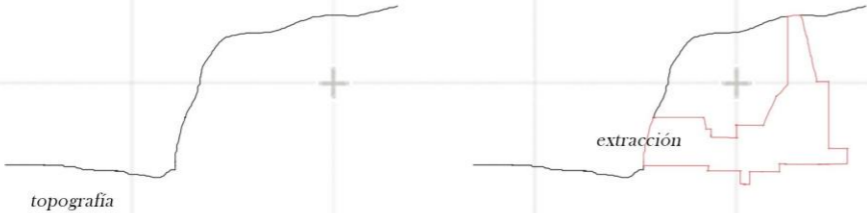
La arquitectura subterránea en el contexto de una cantera abandonada permitiría aprovechar las cavidades existentes para crear espacios habitables y de uso público. Esto reduciría el impacto ambiental de la construcción en la superficie y proporcionaría un aislamiento térmico y acústico constante y agradable. Además, se conservarían las características originales de la cantera y se lograría una integración armoniosa con el entorno natural y cultural.



Aislamiento térmico y acústico: proporcionaría una temperatura constante y agradable y reduciría la contaminación acústica en el entorno.

Conservación: y la puesta en valor de las características originales de la cantera, como la geología y la topografía.

Útil: en zonas de alta densidad urbana. En este sentido, la utilización de los espacios subterráneos de la cantera podría ofrecer una alternativa sostenible y eficiente para la construcción de edificios habitables y de uso público.



02

PLANIFICACIÓN DE UNA ETAPA FINAL

Realizar una etapa de explotación final de una cantera como parte de una propuesta arquitectónica puede ser una decisión estratégica que combine sostenibilidad ambiental, ventajas estéticas y funcionales, beneficios económicos y cumplimiento normativo. Sin embargo, es esencial llevar a cabo esta etapa de manera planificada y responsable, con un enfoque en la recuperación del entorno y la minimización del impacto ambiental.

Sostenibilidad ambiental: aprovechar los residuos y trabajar con el material propio, reduciendo la necesidad del transporte, lo que disminuye las emisiones de CO2 y el impacto ambiental.

Etapas de extracción final: realizar una explotación planificada y controlada permite añadir valor al uso a dar y direcciona a la recuperación del espacio.

Trabajar con la materialidad: ofrece una amplia variedad de texturas y colores que pueden ser utilizados para dar personalidad y estilo al proyecto.

Beneficio: crea empleo en la zona beneficiando a la comunidad local.



Los contextos de cada cantera son distintos, los criterios que se trabajaron responde a ciertas características de la misma cantera, por lo que para la aplicabilidad de las siguientes estrategias se debe considerar la relación y el análisis propio de cada cantera a intervenir. Finalmente estas estrategias están basadas en el análisis de casos de estudio más la viabilidad de aplicación en el contexto de la cantera de piedra Cotorumi.

OE.03 - FICHA DE ESTRATEGIAS PROYECTUALES

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOCROVEJO

Anexo 7: Instrumento – Cartografía diseño de estrategias: OE.03

COTORUMI
RECUPERACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA

Estrategias

LA CANTERA DE PIEDRA EN SANTA CRUZ

03

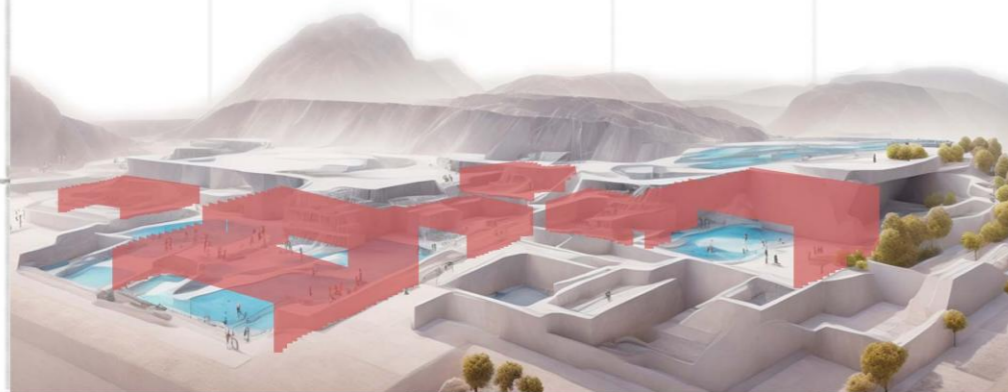
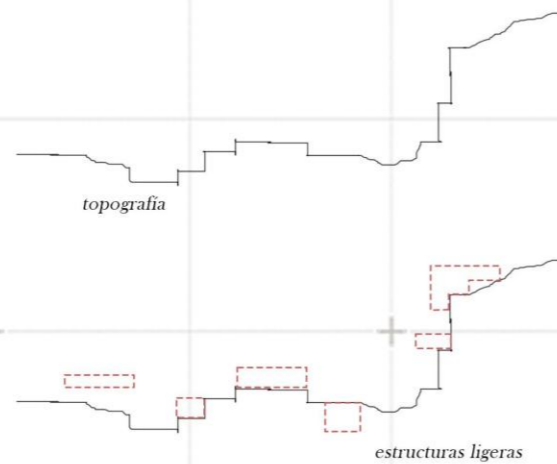
ARQUITECTURA LIVIANA O LIGERA

La arquitectura liviana es adecuada para proyectos de recuperación de espacios abandonados, ya que se adapta a contextos cambiantes y específicos. En el caso de una cantera abandonada, la arquitectura liviana reduciría el impacto ambiental al utilizar materiales más ligeros y menor cantidad, así como permitir la adaptación al terreno y la flexibilidad en la modificación y reubicación de las estructuras.

Reducción del impacto ambiental: La construcción de edificios ligeros implica la utilización de materiales de menor peso y menor cantidad.

Adaptación al terreno: La arquitectura liviana permite la adaptación a las condiciones topográficas y de suelo específico del terreno.

Flexibilidad: La arquitectura liviana permite la modificación y reubicación de las estructuras de manera fácil y rápida.



04

ARTIFICIO - NATURALEZA



La conservación del carácter natural y la materialidad de la cantera en un proyecto arquitectónico es esencial para lograr una transición amigable entre la arquitectura y el entorno natural circundante, permitiendo que el proyecto sea respetuoso con el medio ambiente y que armonicen con su entorno. Conservar este carácter permite que la arquitectura actúe como una transición amigable entre el mundo construido y la belleza natural que lo rodea.

Integración del entorno natural: La arquitectura debe ser vista como una extensión armoniosa del paisaje circundante.

Conservación de la materialidad de la cantera: Utilizar la piedra extraída de la cantera en la construcción del edificio no solo aprovecha un recurso local, sino que también conserva la materialidad única y las características estéticas de la cantera.

Transición amigable entre la arquitectura y el medio ambiente: conservar la materialidad de la cantera y respete el entorno natural puede lograr una transición suave y amigable entre el edificio y el medio ambiente circundante.



Los contextos de cada cantera son distintos, los criterios que se trabajaron responde a ciertas características de la misma cantera, por lo que para la aplicabilidad de las siguientes estrategias se debe considerar la relación y el análisis propio de cada cantera a intervenir. Finalmente estas estrategias están basadas en el análisis de casos de estudio más la viabilidad de aplicación en el contexto de la cantera de piedra Cotorumi.

COTORUMI
RECUPERACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA

Estrategias

LA CANTERA DE PIEDRA EN SANTA CRUZ

05

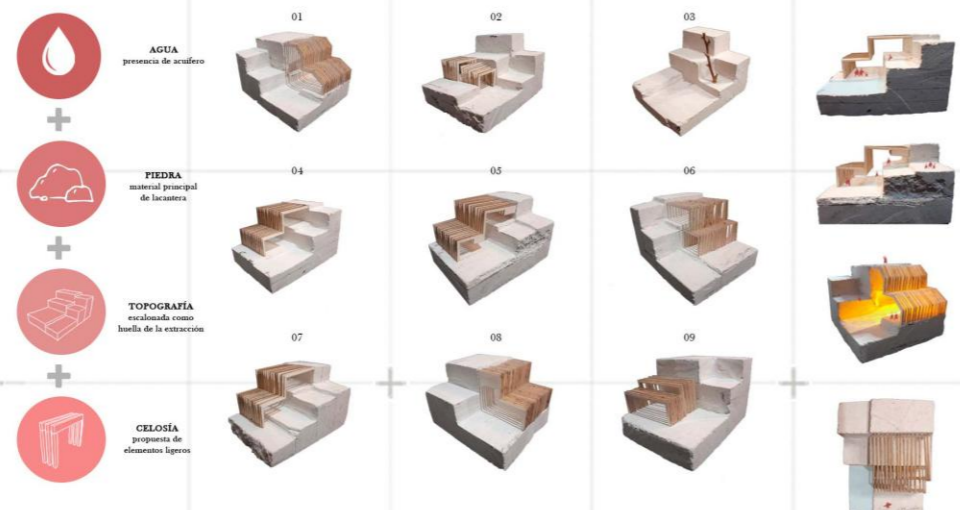
CARÁCTER SENSORIAL Y ESPACIAL

Brindar un carácter sensorial y espacial a través de la integración de elementos como el agua subterránea o acuíferos, la luz natural y las dobles alturas puede dar como resultado una arquitectura que estimula los sentidos, crea espacios emocionantes y establece una relación profunda con el entorno. Estos elementos no solo mejoran la calidad de vida de los ocupantes, sino que también hacen que la arquitectura sea más atractiva y significativa desde una perspectiva sensorial y espacial.

Agua subterránea o acuíferos: La proximidad a un acuífero o la incorporación de fuentes de agua subterránea, como pozos o estanques pueden ser usados para crear espejos naturales, reflejando la luz y creando efectos visuales interesantes. Además, el sonido del agua en movimiento puede añadir una dimensión auditiva agradable y relajante al espacio.

Luz natural: La luz natural puede establecer una conexión directa con el entorno exterior. Ventanas panorámicas o espacios de transición que permiten una visión clara del paisaje circundante pueden aumentar la sensación de pertenencia al entorno natural y se evita la huella ambiental generada por la luz artificial.

Dobles alturas: Las dobles alturas facilitan la interacción visual entre diferentes niveles del edificio. Esto puede promover la conectividad y el flujo visual entre espacios, lo que a su vez enriquece la experiencia espacial.



06

GENERACIÓN DE UN NUEVO PAISAJE

La recuperación de una cantera de piedra con el propósito de crear un nuevo paisaje que aporte valor lúdico, recreativo, cultural y turístico es una iniciativa enriquecedora que puede transformar una antigua zona de extracción en un recurso valioso para la comunidad y el turismo. Este proceso debe llevarse a cabo de manera planificada y sostenible.

Diseño del nuevo paisaje: realizar un diseño cuidadoso que tenga en cuenta las características naturales y geográficas de la zona. Esto puede incluir la creación de lagos artificiales, cascadas, senderos, zonas de juegos, áreas de picnic y otros elementos recreativos.

Valor lúdico y recreativo: La transformación de la cantera en un espacio lúdico y recreativo brinda a la comunidad local ya los visitantes la oportunidad de disfrutar del entorno natural de una manera activa y divertida. Pueden incorporarse instalaciones deportivas, parques y espacios para eventos al aire libre.

Valor cultural: La recuperación de la cantera también puede incorporar elementos culturales que destaquen la historia y la herencia del lugar.

Valor turístico: Si se planifica y promociona adecuadamente, un espacio recuperado de una cantera puede convertirse en un destino turístico atractivo.

Conservación del entorno natural: mantener un equilibrio entre la creación de un nuevo paisaje y la conservación del entorno natural circundante. Esto implica la restauración de la flora y la fauna autóctonas, así como la implementación de prácticas sostenibles de gestión del agua y la energía.



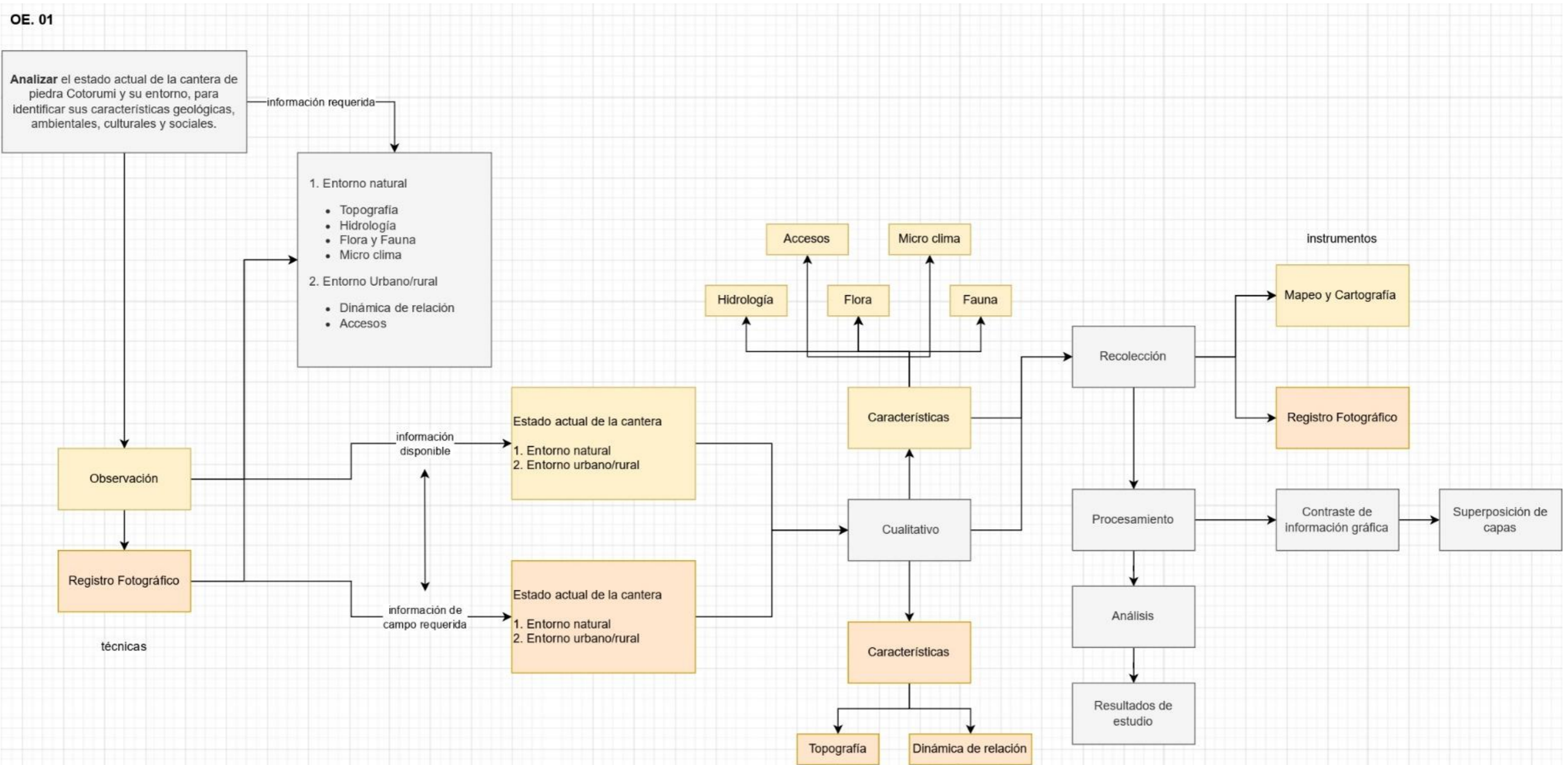
Los contextos de cada cantera son distintos, los criterios que se trabajaron responde a ciertas características de la misma cantera, por lo que para la aplicabilidad de las siguientes estrategias se debe considerar la relación y el análisis propio de cada cantera a intervenir. Finalmente estas estrategias están basadas en el análisis de casos de estudio más la viabilidad de aplicación en el contexto de la cantera de piedra Cotorumi.

Anexo 9: Cuadro de coherencias

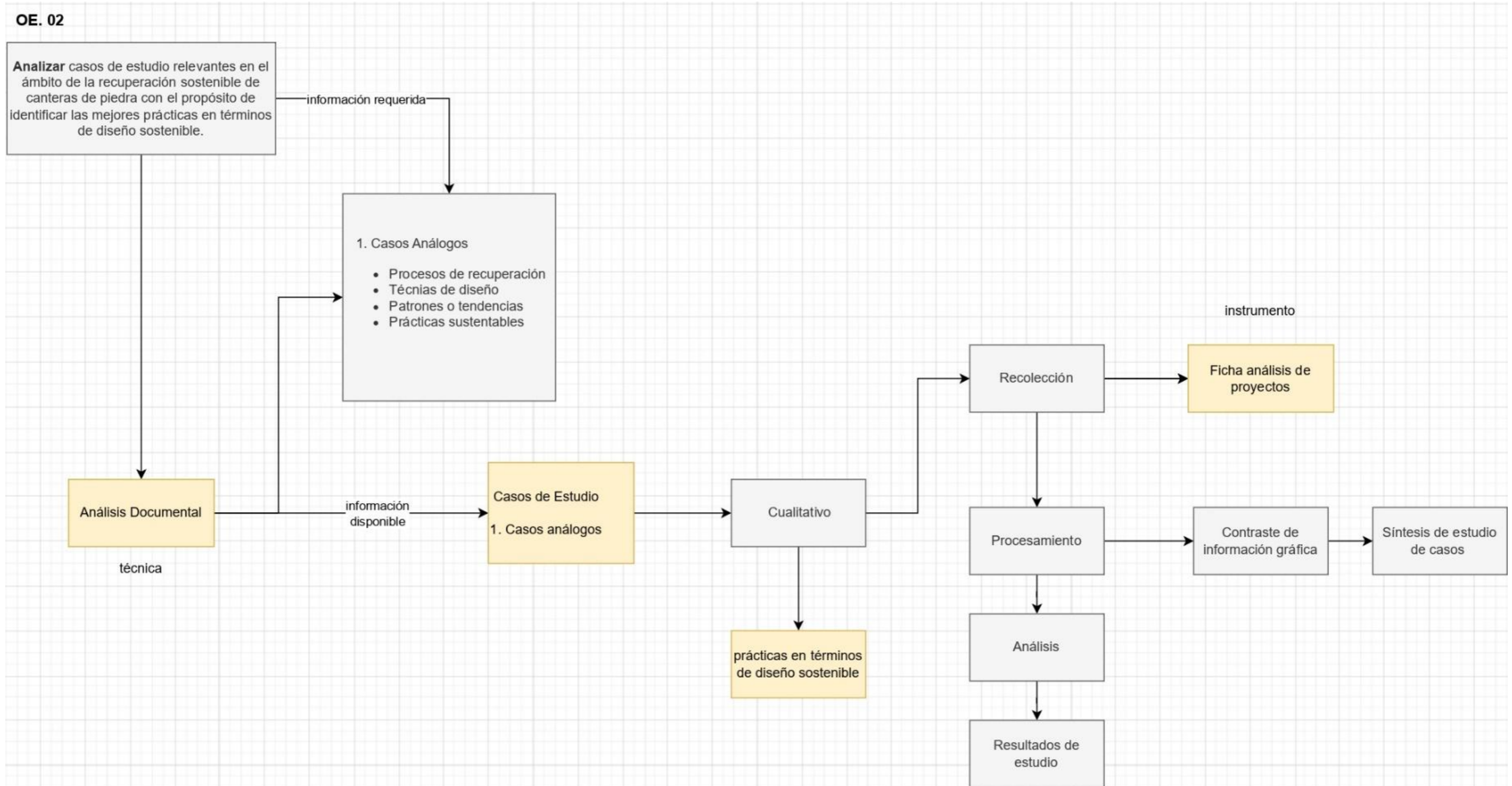
CUADRO DE COHERENCIAS - ASPECTOS METODOLÓGICOS

CUADRO DE COHERENCIAS - ASPECTOS METODOLÓGICOS										
Tema de investigación		RECUPERACIÓN SOSTENIBLE DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI: ESTRATEGIAS PARA MITIGAR EL IMPACTO SOCIAL, CULTURAL Y AMBIENTAL DEL ABANDONO POST-EXPLORACIÓN								
Nombres y Apellidos		CÉSAR JOSÉ VEGA DÁVILA								
Líneas de investigación		CAMBIO CLIMÁTICO Y TERRITORIOS SOSTENIBLES								
POBLACIÓN	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	PREGUNTAS ESPECÍFICAS DE INVESTIGACIÓN		HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		METODOLOGÍA	
EN ESTA INVESTIGACIÓN SE CONSIDERÓ COMO POBLACIÓN A LAS PERSONAS QUE HABITAN EL SECTOR NUEVA ESPERANZA DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ	IMPACTO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIAL DEL ABANDONO DE LA CANTERA	¿CUÁLES SON LAS ESTRATEGIAS MÁS ADECUADAS PARA LA RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE UNA CANTERA DE PIEDRA POST-EXPLORACIÓN, CONSIDERANDO FACTORES AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES, Y CÓMO PUEDEN SER IMPLEMENTADAS EN EL CONTEXTO ESPECÍFICO DE LA CANTERA COTORUMI PARA ESTABLECERLA COMO PLATAFORMA DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA LOS ASENTAMIENTOS ALEDAÑOS Y EL BORDE OESTE DE LA CIUDAD?	PE. 01	¿CUÁLES SON LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y PROBLEMAS DEL ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI Y SU ENTORNO, QUE ESTÁN LIMITANDO SU DESARROLLO SOSTENIBLE, Y CÓMO SE PUEDEN IDENTIFICAR Y ABORDAR ESTOS PROBLEMAS PARA ESTABLECER LAS BASES ADECUADAS EN EL DISEÑO DE UN PLAN DE REHABILITACIÓN INTEGRAL?	LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE PARA LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI, MITIGARÁ EL IMPACTO SOCIAL, CULTURAL Y AMBIENTAL DEL ABANDONO POST-EXPLORACIÓN	DESARROLLAR UN PLAN DE RECUPERACIÓN INNOVADOR POST EXPLORACIÓN PARA LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI, CON EL FIN DE DARLE UN NUEVO VALOR Y ESTABLECERLA COMO PLATAFORMA DE DESARROLLO SOSTENIBLE PARA LOS ASENTAMIENTOS ALEDAÑOS Y EL BORDE OESTE DE LA CIUDAD	OE. 01	ANALIZAR EL ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI Y SU ENTORNO	CUALITATIVO	INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA PROPOSITIVA
MUESTRA			PE. 02	¿CUÁLES SON LOS CASOS DE ESTUDIO RELEVANTES EN EL ÁMBITO DE LA REHABILITACIÓN SOSTENIBLE DE CANTERAS DE PIEDRA Y QUÉ MEJORES PRÁCTICAS EN TÉRMINOS DE DISEÑO, GESTIÓN DE RECURSOS Y PROMOCIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE SE PUEDEN IDENTIFICAR DE ESTOS CASOS, PARA SU APLICABILIDAD EN EL CONTEXTO ESPECÍFICO DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI?			OE. 02	ANALIZAR CASOS DE ESTUDIO RELEVANTES EN EL ÁMBITO DE LA RECUPERACIÓN SOSTENIBLE DE CANTERAS DE PIEDRA	CUALITATIVO	INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA PROPOSITIVA
SE TOMÓ COMO MUESTRA EL SECTOR NUEVA ESPERANZA, EL CUAL SE ENCUENTRA UBICADO EN EL BORDE OESTE DE LA CIUDAD, DONDE EXISTE LA RELACIÓN CON LA CANTERA			PE. 03	¿CUÁLES SERÍAN LAS ESTRATEGIAS MÁS ADECUADAS QUE PUEDEN SER DISEÑADAS E IMPLEMENTADAS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI, CON EL OBJETIVO DE PROMOVER LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD, LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, FORESTALES Y DE SUELO, EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN LOCAL, Y LA PROMOCIÓN DEL TURISMO RESPONSABLE Y SOSTENIBLE COMO MOTOR DE DESARROLLO, A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS INNOVADORAS Y TECNOLOGÍAS LIMPIAS?			OE. 03	DISEÑAR UN PLAN DE ESTRATEGIAS APLICABLES PARA LA RECUPERACIÓN DE LA CANTERA DE PIEDRA COTORUMI, QUE MITIGUEN EL IMPACTO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIAL CAUSADO POR EL ABANDONO DE LA CANTERA	CUALITATIVO	INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA PROPOSITIVA

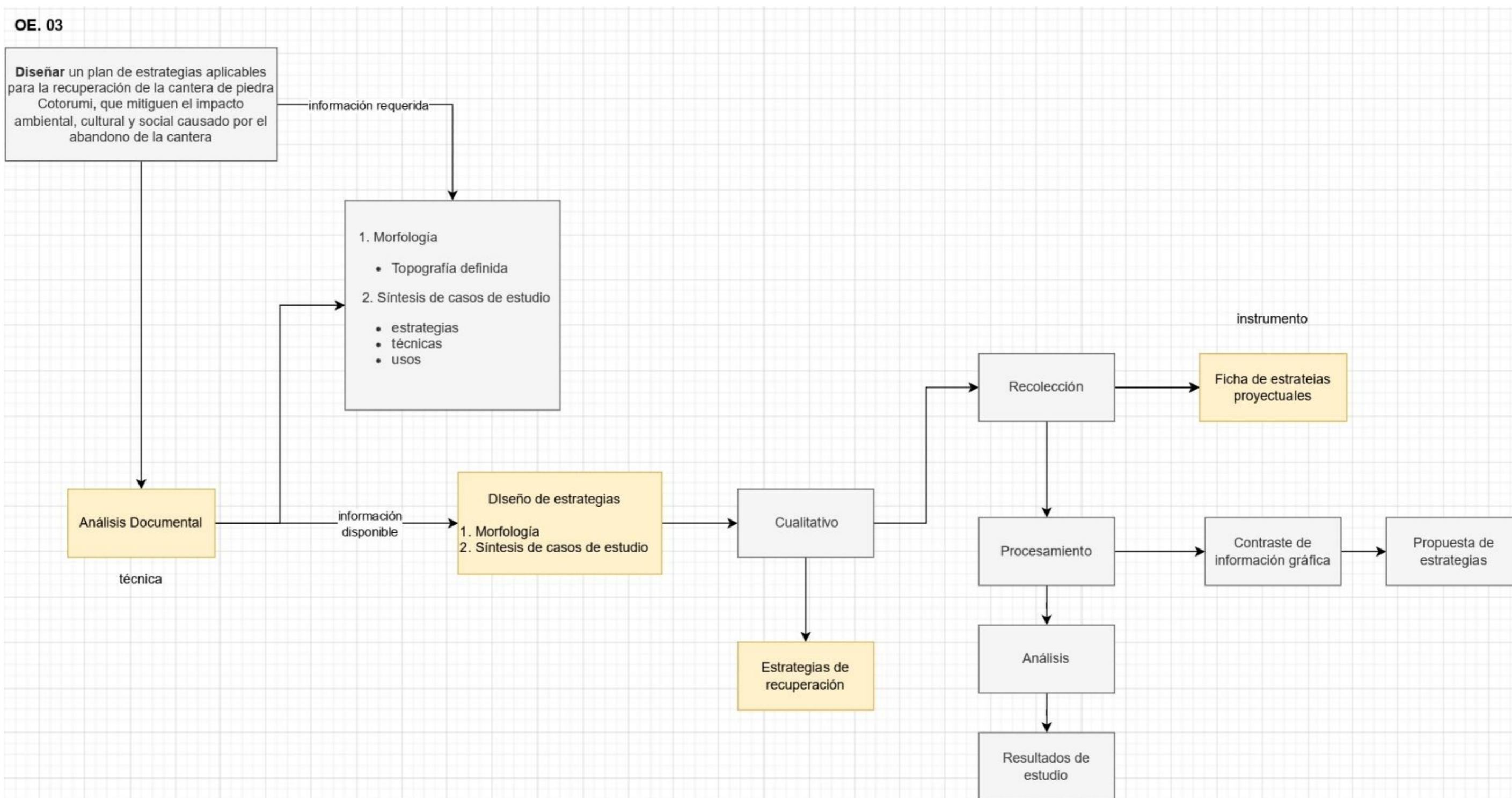
Anexo 10: Ruta de procedimientos OE.01



Anexo 11: Ruta de procedimientos OE.02



Anexo 12: Ruta de procedimientos OE.03



Anexo 13: Cuadro de doble entrada OE.01

CUALITATIVA							
Analizar el estado actual de la cantera de piedra Cotorumi y su entorno para identificar sus características geológicas, ambientales, culturales y sociales.							
OE.01	topografía	entorno urbano-rural	entorno natural	aspectos ambientales	aspectos culturales	aspectos sociales	recursos naturales
topografía					A		A
entorno urbano-rural						B	
entorno natural				C			
aspectos ambientales			D				
aspectos culturales						E	
aspectos sociales		F					
recursos naturales			G	G			
A. Extracción de recursos naturales que representan la cultura y modifican la topografía del lugar. B. Paisaje urbano-rural C. Paisaje natural D. Impacto ambiental E. Impacto cultural F. Impacto social G. Presencia de recursos naturales							

Anexo 14: Cuadro de doble entrada OE.02

CUALITATIVA				
Analizar casos de estudio relevantes en el ámbito de la recuperación sostenible de canteras de piedra con el propósito de identificar las mejores prácticas en términos de diseño sostenible				
OE.02	topografía	carácter sensorial	sostenibilidad	usos
patrones o pautas	A			
tendencias				B
técnicas			C	
procesos	D			D
manipulación de elementos		E		
A. Influencia de la topografía en los patrones aplicados B. Tendencias relacionados a los usos incorporados C. Técnicas que brindan la sostenibilidad D. Influencia de los usos y topografía en los procesos constructivos E. Aprovechamiento de los elementos naturales para la incorporación de un carácter sensorial				

Anexo 15: Cuadro de doble entrada OE.03

CUALITATIVA						
Diseñar un plan de estrategias aplicables para la recuperación de la cantera de piedra Cotorumi, que mitiguen el impacto ambiental, cultural y social causado por el abandono de la cantera						
OE.03	número de estrategias	conservación del medio ambiente	gestión sostenible de los recursos naturales	desarrollo sostenible	relación de resultados de OE.01 Y OE.02	
número de estrategias					A	A. Estrategias planteadas de acuerdo a la relación de resultados B. Aprovechamiento y gestión de los recursos naturales C. Aspectos de sostenibilidad D. Desarrollo sostenible E. Relación de OE.01 + OE.02
conservación del medio ambiente			B			
gestión sostenible de los recursos naturales		C		C		
desarrollo sostenible		D	D			
relación de resultados de OE.01 Y OE.02	E					