

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN  
Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
[CITT]**

CAIMANES-IV REGIÓN, CHILE

Alumno: Carlos Contreras Suárez  
Profesor guía: Emilio Marín Menanteau  
FAU//2013



*...tarde o temprano los sueños se cumplen...*



## *Agradecimientos*

*Quiero agradecer una vez más a mis padres Isabel y Carlos, por ser siempre un apoyo constante durante todo el proceso, por acercarme a la arquitectura siendo aún un niño y ayudarme a ser quién soy.*

*A mis hermanas, sobrinas y sobrinos, que los adoro y que han estado en mi corazón y en mi mente mucho más de lo que creen y de lo que me hubiese gustado estar presencialmente todo este tiempo.*

*A mis hijas que adoro y cuyas sonrisas hacen que todo valga la pena:*

*Camila, que siempre me diste fuerzas para seguir adelante, aún cuando lo creía imposible.*

*Agustina, por darme inspiración, fuerzas y una inmensa felicidad.*

*Gracias por acompañarme en este viaje y hacerme querer cambiar el mundo por ustedes.*

*A Mery, por tu amor, tu apoyo, tu infinita paciencia y tu compañía durante este proceso, por estar siempre ahí, pese a todas las dificultades que surgieron, y por ser parte de un proyecto de vida juntos. Gracias por existir!!*

*Quiero agradecer además a Bernardo por los eternos diálogos sobre arquitectura, proyectos de vida, sociedad, diversidad cultural, trabajo, etc., etc., siempre con ese toque de humor y amistad sincera durante este período que afrontamos conjuntamente.*

*A Javier por tu excelente disposición y tu forma de enfrentar la vida con humor, haciendome más ameno el compatibilizar trabajo, estudio y familia.*

*A Emilio Marín, mi guía en la culminación de esta experiencia, gracias por la paciencia, la comprensión y por entregarme nuevas herramientas que he incorporado en mi metodología de trabajo.*



## Índice

<i>Capítulo I</i>		
<i>Introducción</i>		
1.1_ <i>Presentación</i>		07
1.2_ <i>Antecedentes</i>		09
1.3_ <i>Problemática</i>		21
<i>Capítulo II</i>		
<i>Propuesta</i>		
2.1_ <i>Introducción</i>		25
2.2_ <i>Antecedentes</i>		27
2.3_ <i>Aproximación</i>		35
2.4_ <i>Studies</i>		36
2.5_ <i>Mapping</i>		48
2.6_ <i>Materials</i>		60
2.7_ <i>Concepts</i>		64
2.7_ <i>Program</i>		86
2.8_ <i>Project</i>		92
<i>Capítulo III</i>		
<i>Proyecto</i>		
3.1_ <i>Concepto</i>		99
3.2_ <i>Esquemas</i>		105
3.3_ <i>Programa</i>		110
3.4_ <i>Referentes</i>		116
<i>Capítulo IV</i>		
<i>Anexos + Bibliografía</i>		
4.1 <i>Anexos</i>		120
4.2 <i>Bibliografía</i>		121





# Introducción

- 1.1 *Presentación*
- 1.2 *Antecedentes*
- 1.3 *Problemática*

## 1.1 *Presentación.*

Primer acercamiento al tema: la arquitectura como conciliador y revitalizador de actividades en sectores residenciales y productivos en un contexto de conflicto patente, un entorno propicio y un requerimiento de solución urgente.

A continuación presento los fundamentos del problema que motivan la generación de mi proyecto para optar al título de arquitecto, “Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica” (CITT), cuya ubicación se encuentra en la localidad de Caimanes, perteneciente a la comuna de Los Vilos, IV Región de Chile.

Mi principal motivación es la búsqueda, a través de la arquitectura, de un soporte de re-generación de la identidad y el tejido social de la comunidad.

La Arquitectura es una actividad que no se desenvuelve ni desarrolla de manera independiente, que no está ajena a las necesidades de las personas, de las comunidades ni de las ciudades, es una actividad que debe tener iniciativa, sobre todo

en aquellas áreas donde el avance y el progreso ha hecho que aparezcan nuevos desafíos además con un aumento de las exigencias o en las cuales ha habido una ausencia de esta.

Con todas las características y elementos que la definen, la arquitectura se transforma en una herramienta social, con una gran capacidad para desenvolverse de manera importante e interactuar con los actores de los desafíos latentes. Al momento de proponer no se puede hacer caso omiso a la historia, ni al patrimonio físico-cultural, la arquitectura se nutre del entorno, del contexto, para luego materializarse y ser parte de ella.

Mi análisis del problema arquitectónico se enfoca en la situación que ocurre desde hace unos años en la comunidad de Caimanes y las externalidades que le generó la construcción del Tranque de Relaves el Mauro, perteneciente a la Empresa Minera Los Pelambres.

Caimanes se sitúa en el escenario actual como un poblado enfrentado al "progreso" y la crisis que este le genera en forma directa, esto debido a que en el entorno geográfico donde se emplaza esta localidad se ha construido un tranque de relaves mineros [Tranque El Mauro], el cual acumula los desechos tóxicos que se generan en las faenas mineras de Minera Los Pelambres, en la vecina comuna de Salamanca.

El Mauro, es el tranque de relaves más grande de Chile, el cual en 2006 comienza a funcionar, a pesar del rechazo de la comunidad por las consecuencias que esto tendría en las aguas del río Choapa, el estero Pupío y humedales, además de los conocidos accidentes mineros, nefastos para el medioambiente. Esta obra de ingeniería es la tercera más grande de Latinoamérica, tiene muros de arena compactada de 250 m. de altura y 6 km. de largo en extensión y contiene los desechos del proceso minero. Minera Los Pelambres espera depositar 1.700

millones de toneladas de relaves tóxicos en el tranque, desechos mineros que contienen estroncio, arsénico, óxido de silicio, plomo y otras sustancias contaminantes asociadas a la explotación de cobre.

Para la población de Caimanes esta situación ha repercutido no solo en lo ambiental sino también en lo económico, en lo social y en lo cultural, además del paisaje, y por ende se ha visto vulnerada la identidad del grupo.

Ante este escenario mis motivaciones tienen que ver con utilizar la arquitectura como el medio, o soporte, donde se lleven a cabo las actividades y procesos que canalicen los esfuerzos de ambos sectores (social y productivo) a través de mecanismos ligados a la integración y la transferencia tecnológica de modo de obtener el beneficio mutuo y recuperar la identidad que se ha ido perdiendo, siendo consecuente con la forma local de habitar y respetuoso con el medio en el cual se inserta el proyecto, minimizando las externalidades negativas que se pudiesen generar.

La idea, en una primera instancia, consiste básicamente en generar el espacio (soporte) necesario para que se realicen las actividades que regenerarán la identidad de Caimanes y sus habitantes a través de procesos tecnológicos e investigativos:

- Identidad Agrícola
- Identidad Minera
- Identidad Arqueológica

Además de buscar disminuir los riesgos de catástrofes, generar actividades productivas (empleo), incentivar investigación y desarrollo (I+D), incentivar el turismo y la rehabilitación ambiental. Lo anterior basado en estudios y publicaciones de otras disciplinas, principalmente asociadas al área de la química

y la ingeniería en minas, con casos reales y ensayos de laboratorios, de modo de garantizar la factibilidad del proyecto de acuerdo a casos de estudios nacionales e internacionales con similares condiciones de aplicabilidad del modelo a implementar, el cual de acuerdo a ciertas variables definidas se pueden replicar a otras ciudades.



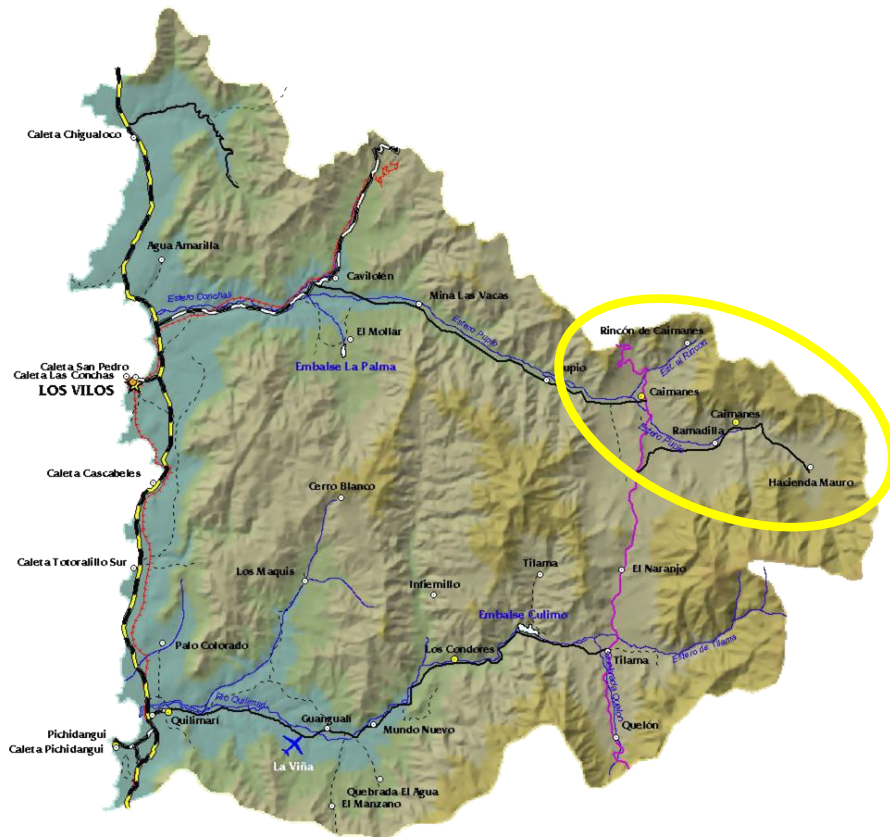
## 1.2 Antecedentes.

Si bien el tema de las faenas mineras es un tema contingente a nivel nacional y es fuente de inspiración para muchas propuestas arquitectónicas, mi camino para abordar este tema se ha dado de manera muy natural y de alguna forma lo he abordado desde otra mirada, la cual dista mucho de lo tradicional.

En mi trabajo actual, como encargado de la oficina técnica de la Sección Inspección de Polímeros (SIP) del Idiem, de la Universidad de Chile, realizo mis funciones dentro de un equipo multidisciplinario en el cual participan químicos, ingenieros en química, magister en medio ambiente, ingenieros civil en materiales, arquitectos, entre otros, lo cual me ha dado la posibilidad de descubrir desde el aspecto técnico (a través de la inspección de los sistemas de impermeabilización de tranques, embalses, piscinas, etc.) la realidad de los procesos, los alcances y las oportunidades que se generan para la resolución de conflictos reales.

Todo esto, sumado a los conocimientos y técnicas aprendidas durante la formación académica en la carrera de arquitectura, me dan las garantías para aventurarme en este desafío de gran magnitud en la resolución de un problema real, urgente y factible.

Además de la motivación profesional, siento la urgencia de dar resolución a los problemas sociales, que producto de la revisión de los antecedentes he podido constatar que se han hecho recurrentes muchas manifestaciones, como protestas, bloqueos de caminos y huelgas de hambre de los habitantes de Caimanes, lo que da cuenta de la urgencia con la que se debe resolver este problema y que si bien no se le ha dado la cobertura que merece, es un caso cuya relevancia ha hecho que sea expuesto en distintos medios de prensa y televisión.





Gracias a que en mi trabajo realizamos inspección a los sistemas de impermeabilización del Tranque de Relaves "El Mauro", perteneciente a Minera Los Pelambres, pude averiguar los aspectos técnicos y los procesos asociados de manera casi inmediata al surgimiento de mi reflexión y búsqueda del problema.

Con los antecedentes técnicos relativamente dominados revisé las publicaciones relacionadas con este problema, donde encontré una serie de artículos que dan cuenta de la compleja situación que afecta a la comunidad de Caimanes, además del contraste que se genera entre la situación actual y la situación existente hasta antes de la construcción del Tranque de Relaves "El Mauro".

Al investigar sobre los orígenes de la localidad de Caimanes, es posible detectar el valor cultural que posee y su incidencia en la posterior generación de la comuna de Los Vilos. A poco más de 40 kilómetros de Los Vilos, tomando inicialmente el camino hacia Illapel, se ubica Caimanes. Geográficamente se sitúa al borde del Valle del Pupío, en la confluencia con el estero Rincón y en la actualidad tiene una población cercana a los 2.000 habitantes. Anteriormente el tranque cumplía la función de ser un tranque de riego, que era canalizado para la agricultura y la hidratación de animales, también existía un bosque de canelos, el cual ya desapareció.

Luego de la construcción del tranque de relaves, los afluentes del estero Pupío fueron bloqueados, por lo que la ganadería y agricultura decayeron, y la población residente tuvo que trabajar en otras faenas para subsistir, ó bien, migrar a otras ciudades, generando el consecutivo deterioro del tejido social y "urbano".



*Paisaje previo a la construcción del tranque de relaves El Mauro. Fuente: Panoramio*



Además de lo anterior cabe destacar el hecho de que las napas subterráneas afloran al interior del tranque, inundándolo y generando un riesgo latente de rebalse y/o desmoronamiento del "muro" de contención o "cortina", pudiendo llegar a arrasarlo todo el territorio desde el punto de origen hasta la costa.

Esas mismas napas son las que alimentaban los afluentes del estero Pupío, principal fuente de agua de Caimanes para ganadería y riego en la agricultura. Esta situación se ha visto acentuada con el pasar de los años, las faenas mineras que se realizan en los sectores aledaños, cada día se genera un impacto social, cultural, espacial, urbano, energético, económico y ambiental, este impacto se manifiesta principalmente de manera negativa. Producto de eso Caimanes ha pasado por un proceso de estancamiento, con ausencia de desarrollo económico-comercial y un progresivo deterioro social y territorial.

Los depósitos en el tranque de relaves se sitúan en una área estratégica al interior de un valle que genera un lugar de depósito natural, pero que desafortunadamente para la población residente, trunca la posibilidad de extracción de agua de las napas subterráneas que se forman dentro del fundo El Mauro, las cuales han sido bloqueadas por los sistemas de contención e impermeabilización del tranque, dejando al pueblo sin acceso al agua para el riego, además de ser una amenaza constante, debido a la toxicidad del suelo.

Es importante mencionar el hecho de que dentro del Fundo El Mauro, además de existir el nacimiento de los lechos de napas freáticas, aquí existía un sitio de gran interés patrimonial, donde ya se han descubierto más de 500 petroglifos ligados a los pueblos originarios de la zona (influencia de culturas Molle, Diaguita e Inca, principalmente).



*Imágenes petroglifos encontrados en Fundo El Mauro. Fuente: Panoramio*

El plan de construcción del tranque de relaves El Mauro buscó el año 2003 las autorizaciones ambientales pertinentes, con una incipiente oposición de los habitantes locales, pues frente al futuro deterioro medioambiental, estaban también la generación de empleo y los ingresos para la IV Región. No obstante, en noviembre del año 2005 varios propietarios de predios agrícolas del valle del Pupío solicitaron a la justicia la revocación del permiso entregado por la DGA (Dirección General de Aguas) para la construcción del tranque. Un año después (7 de noviembre de 2006), la Corte de Apelaciones en fallo unánime prohibió la construcción del tranque<sup>1</sup>. Esta sentencia solo tenía que ser ratificada por la Corte Suprema. Sin embargo, antes de tener sobre sus espaldas otro fallo negativo, la minera Los Pelambres decidió acogerse a un advenimiento con algunos dirigentes de la comunidad y con el agricultor Víctor Ugarte, lo cual les permitió seguir adelante con el proyecto. En mayo del 2008, los abogados Fernando Dougnac –por Caimanes– y Francisco Veloso, representante de Los Pelambres, lograron un acuerdo para que el empresario Víctor Ugarte y algunos dirigentes desistieran de las acciones legales contra la construcción de El Mauro.

<sup>1</sup> <http://www.indh.cl/mapaconflictos/conflicto/detalle/56>

El convenio contemplaba la compra de los fundos del empresario (Tipay y Romero) por US\$ 23 millones, de los cuales US\$ 5 millones debía donar a 117 personas de la comunidad. Dougnac recibió US\$ 3 millones además del dinero que la comunidad le pagó para que trabajara en el caso. El tranque El Mauro inició sus actividades en noviembre de 2008. El resto de los habitantes de Caimanes reclamaron que quienes los representaron en esa negociación no contaban con el apoyo del resto e iniciaron una nueva demanda.

Finalmente, en julio de 2010 los tribunales declararon nulo el advenimiento y cursaron una medida precautoria del 20 por ciento del dinero otorgado por la empresa, es decir, lo que recibieron los dirigentes. Pero el tranque ya estaba construido y en funcionamiento. El 9 de enero de 2009, otro recurso legal fue interpuesto por el abogado Ramón Ossa, en el Juzgado de Los Vilos. En la oportunidad el letrado expuso que el origen del conflicto era económico y “buscaban la compensación de las familias afectadas”. El defensor legal pedía US\$100 millones para indemnizar a 1.500 personas. En el año 2010 se da a conocer un desperfecto sufrido por el relaveducto transportador de los desechos industriales al tranque El Mauro en el sector del túnel Las Ánimas. Consecuencia del nuevo imprevisto, hubo un derrame de relaves en la quebrada de El Arrayán, sector de la Camisa comuna de Salamanca, en el que resultaron afectados los humedales de la zona. En junio del 2010, habitantes de Caimanes exponen inquietudes ante la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, piden que el gobierno conforme una mesa de diálogo. Según los dirigentes, el proceso de autorizaciones por

el impacto ambiental presentó una serie de irregularidades y fue aprobado por razones políticas, pese a las objeciones de la Contraloría y otras instancias cuyos informes no aparecen al momento de revisarse las autorizaciones. Inclusive se destruyeron 140 sitios arqueológicos y se contamina el agua potable para la población que ya carece del líquido elemental para regadío y otros menesteres por su alta contaminación con residuos tóxicos. El diputado Guillermo Teillier subrayó el vacío legal que representa la actual facultad de las empresas para comprar conciencias, pagando a los vecinos para que acepten la contaminación ambiental, según denunciaron los propios integrantes de la comunidad<sup>2</sup>.

La Comisión de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Cámara respaldó a los vecinos, sumándose a los oficios presentados para aclarar las respuestas de los servicios fiscales involucrados en las autorizaciones, así como acordó citar a los ex funcionarios involucrados en los estudios y a representantes de la empresa para conocer los planes de mitigación del impacto ambiental y eventualmente sus proyectos de ampliación de relaves en la zona con evidente peligro para la población. La comisión decidió viajar a la zona para ver en directo la situación del relave y solicitar al Ministerio de Obras Públicas, la Dirección General de Aguas, el Ministerio de Salud y otras reparticiones que aclare las irregularidades denunciadas por los vecinos de la comunidad de Caimanes. En noviembre del 2010 se realizan actos de protesta contra la indiferencia del Gobierno y las faenas de la minera Los Pelambres. Entre las

---

<sup>2</sup> *Ibidem.*



acciones más importantes, está la huelga de hambre realizada por habitantes de la localidad de Caimanes, el poblado que se encuentra más cercano al tranque del Mauro, a unos ocho kilómetros. Junto a los miedos propios de vivir cerca de un tranque de relave y de las consecuencias que esto tiene para el medioambiente los vecinos temen una catástrofe si es que este llegara a colapsar. Hay que agregar que las mayores reservas de agua de la IV Región de Chile quedaron sepultadas bajo el relave, muchas de las cuales fluyen hacia las napas subterráneas que alimentan el agua de los pueblos tranque abajo, como el de Caimanes. En febrero del 2011 el Alcalde de Los Vilos, denuncia que la minera ha impedido que él y el Concejo Municipal, visiten el tranque El Mauro. En julio del mismo año los vecinos interponen una denuncia por Obra Ruinosa en la justicia civil en Los Vilos, esto motivó una visita de inspección por parte del Juzgado de letras de Los Vilos al tranque de relaves El Mauro". Esta denuncia pretende detener la construcción y operación del tranque en cuestión, el cual aparentemente está llegando al tope de su capacidad y debería ser ampliado por la Minera para poder continuar con su producción. En junio del 2012, la minera acusa ante la justicia a los abogados representantes de la Comunidad de Caimanes y al presidente del Comité de Defensa del Poblado de Caimanes, acusándolos de Asociación Ilícita y Prevaricación. Los contrarios a la empresa plantean que con esto pretenden enviar un mensaje para que nadie se enfrente a la empresa. En el Juzgado de Garantía de Los Vilos se realizó la audiencia de preparación del juicio oral, donde cada una de las partes presentó su lista de medios de prueba, que incluye testigos,

documentos, peritos, entre otros. Este juicio oral se encuentra en proceso. A partir de esta situación, el Senador Navarro señaló que denunció ante José de Jesús Orozco Henríquez, Relator sobre Defensoras y Defensores de Derechos Humanos de la Organización de los Estados Americanos, el caso de amedrentamiento a dirigentes y profesionales, declarando que hay complicidad entre la Fiscalía y Tribunales y la empresa para desactivar la lucha de la comunidad. Esta complicidad se advierte a la prontitud de la respuesta a la empresa, al contrario de la lentitud con que la justicia responde a requerimientos de la comunidad afectada.



Diagrama bloqueo de napas al interior del fundo El Mauro. Fuente: <http://www.edreams.cl/caimanes-minera-los-pelambres-luksic-canal13/>

La industria minera es sin duda, una de las más importantes para el país. Chile ha sido, es y seguirá siendo un país netamente minero, las cifras son elocuentes: en nuestros yacimientos se encuentra entre 25 y 30 % de los recursos mundiales de elementos metálicos y no metálicos, fertilizantes, petróleo y carbón. En síntesis la minería es nuestra principal fuente de recursos, hoy producimos más que ayer y estamos en franco crecimiento.

La minería es el sector de mayor desarrollo productivo y dinámico de Chile y constituye también el sector de mayor influencia en el desarrollo económico del país. Precisamente por tales razones es de fundamental importancia que exista una preocupación y se desarrollen marcos políticos y legales que tiendan a la sustentabilidad de esta actividad. Tal sustentabilidad observada desde un punto de vista amplio e interdisciplinario considera no sólo aspectos ambientales sino también económicos y sociales. De esta manera es importante mejorar los mecanismos tendientes a incentivar la inversión en minería para desarrollar proyectos mineros que no sólo generen grandes beneficios para el inversionista, sino que signifiquen beneficios para la comunidad, medio ambiente y para el País. Sin embargo la minería, pese a que nos brinda una gran cantidad de recursos, también es una de las actividades más contaminantes y perjudiciales para el medio ambiente y el hombre. A lo largo de la historia, ha ocasionado grandes perturbaciones en diversas partes del mundo, con graves problemas ambientales en forma directa e indirecta. Desde el punto de vista de la normativa específica minera, el Código de Minería y la Ley Orgánica Constitucional N° 18.097 sobre Concesiones Mineras no contemplan una regulación ambiental específica para el sector minero, a diferencia de lo que ha sido la tendencia de los países mineros de la región en estos últimos años.

El total del mineral extraído en una mina metálica, para el caso del cobre, en condiciones muy favorables sólo el 2% corresponde al metal deseado, El resto es descartado como diferentes residuos, como por ejemplo, un ciclo completo típico desde la extracción del yacimiento hasta el producto obtenido en la fundición son del orden 50% estéril, 44% relaves y 4% en las escorias<sup>3</sup>. Históricamente, los relaves eran dispuestos de la forma más económica para el dueño de la empresa minera considerando, principalmente, el sector más cercano y un transporte gravitacional de los relaves. La ausencia de otros criterios, como es la protección ambiental y la topografía pero siempre bajo el criterio de mínimo costo. Esto, unido a la falta de conciencia y legislación llevo a un mal manejo de estos residuos e inadecuada localización, como es a horillas de quebradas y cercanos a cursos de aguas, como ríos y arroyos En Chile, en 1965, tras la falla del Tranque El Cobre, murieron 200 personas. Este hecho marcó significativamente a la minería en nuestro país, lo que finalmente se tradujo en la dictación en 1970 del Decreto Supremo N° 86/70 del Ministerio de Minería, sobre construcción y operación de los depósitos de relaves. Los principales tipos de depósitos de relaves existentes en Chile son los denominados “tranques convencionales”, que introducen en la operación una etapa de separación de tamaños del mineral contenido en la pulpa y, además, utilizan la arena para construir un muro de contención de la fracción más fina. Otro tipo de depósito muy utilizado es el denominado “tipo embalse”, que utiliza material de empréstito para la construcción del muro.

Los relaves mineros son material de descarte proveniente del proceso de concentración de los minerales, formados por una suspensión en agua de fragmentos de roca previamente sometidas a molienda. Contienen diversas sustancias, algunas

---

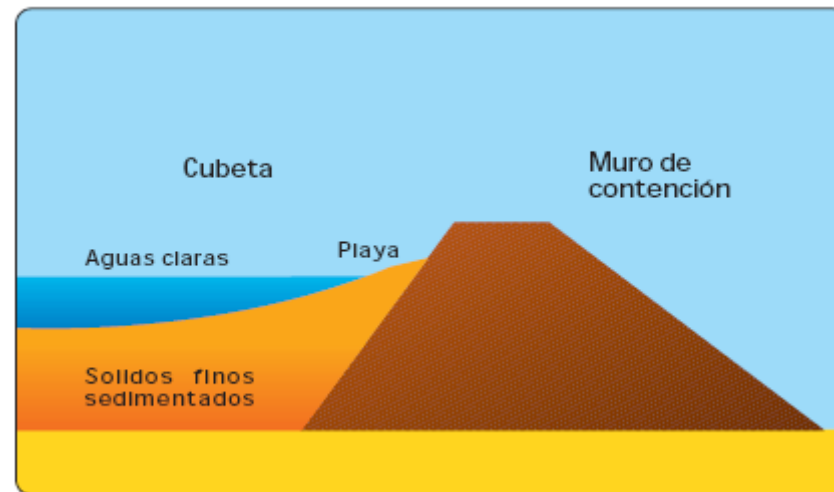
<sup>3</sup> Modelo de auditoría ambiental para tranques de relave, 2008

altamente tóxicas. En Chile, la generación de este material de descarte está asociada principalmente al proceso de concentración de sulfuros de cobre y en menor medida a la concentración de minerales de oro. En promedio, se generan 28 toneladas de relave por cada tonelada de concentrado de cobre producido<sup>4</sup>.

Los relaves son habitualmente almacenados en tranques, ya que la mayoría no puede ser reprocesada ni reutilizada en el proceso productivo.

En faenas mineras ubicadas en zonas cordilleranas, estas estructuras se construyen en quebradas de ríos donde normalmente se realizan obras de desvío de los cauces de agua, mediante la construcción de túneles by-pass. Luego, se cierra la cuenca a través de un muro contenedor que define de esta manera la cubeta sobre la cual se almacenarán los residuos. Un tranque de relaves es una obra que se construye para contener en forma segura los relaves provenientes de una planta de beneficio de minerales, principalmente por flotación. Los relaves están compuestos por material molido y agua con reactivos.

Un tranque de relaves está formado por un muro de contención, construido normalmente con la fracción gruesa del relave, y una cubeta. En la cubeta los sólidos finos sedimentan y en la superficie se forma una laguna de aguas claras.



Tranque de Relaves. Fuente: Guía de Buenas Prácticas Ambientales Para la Pequeña minería, 2003.



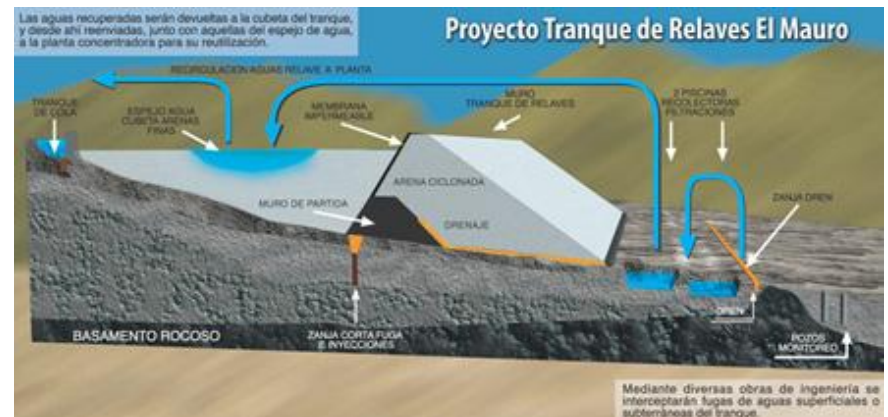
Diagrama funcionamiento Minera Los Pelambres. Fuente: Plan de Cierre de Faena: Minera Los Pelambres 2008.

<sup>4</sup> "Modelo de auditoría ambiental para tranques de relave", Juan Cortés y Jorge Dunstan, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, 2008.

Desde la mina se transporta el concentrado de cobre hasta el terminal marítimo Punta de Chungo, ubicado en los Vilos a través de un concentraducto. Del mismo modo los desechos son transportados hasta el tranque de relaves en relaveductos.



La capacidad del Tranque de relaves es de 1.700 millones de toneladas de desechos, abarcando una superficie de 100km<sup>2</sup>, considerando la línea de las cumbres que conforman la cuenca.



(Fuente: <http://www.editec.cl/mchilena/junio2003/Articulo/pelambres.htm>)

### 1.3 Problemática.

Los problemas detectados son principalmente asociados a la pérdida de la identidad (agrícola, arqueológica y minera), lo cual es producto de la transformación del territorio y el cambio de las actividades realizadas por la comunidad, el manejo de los recursos y la intensidad de extracción minera que se realiza en la actualidad, con el consecutivo deterioro del tejido social, medioambiental y territorial.

Con respecto de la identidad agrícola, Caimanes es una comunidad que basaba su economía en la agricultura principalmente, muchos fundos y parcelas se abastecían de los recursos hídricos de los esteros y afluentes del valle del Pupío además de las napas subterráneas que lo nutrían en forma constante. Hoy es posible detectar actividades secundarias de subsistencia como la apicultura y ganadería en menor escala, de hecho dentro del Plan de Cierre de Faenas: Minera Los Pelambres<sup>5</sup> se establece como medida de remediación la generación de infraestructura para la comunidad, tales como viveros, plantas de compost (fertilizantes orgánicos) y estudios de apicultura (obtención de miel). Este plan contempla la incorporación de más de 40 personas de la comunidad al proyecto, con una duración de 13 años además de la capacitación técnica a la comunidad de modo de formar trabajadores capacitados en:

- Monitoreo de aguas, suelo, biota.
- Prevención de riesgos.
- Construcción y operación de viveros.
- Producción de plantas nativas.
- Producción de frutales.
- Generación de Compost.

<sup>5</sup> "Plan de Cierre de Faena: Minera Los Pelambres", Francisco Carvajal, Mayo de 2008.

Respecto a la identidad arqueológica (ó patrimonial) hay dos aspectos a considerar, el primero de ellos tiene que ver con el valor cultural de esta zona por la existencia de cerca de 500 petroglifos encontrados en la zona que dan cuenta del legado cultural originario de Caimanes y de su influencia recibida de las culturas Molle, Diaguita e Incaica. Además de ese factor hay un aspecto urbano que tiene relación con la conectividad de la cuarta región, ya que en Caimanes existía una estación del ferrocarril que lo conectaba con otras regiones hacia el norte y hacia la zona centro del país. Esta cualidad le permitió ser un centro de transición para la población que posteriormente se trasladaba desde acá hacia la costa, lo que a la postre permitió facilitar la consolidación de la ciudad costera de Los Vilos. Hoy esta identidad está deteriorada y con muy pocos registros al respecto.

Turísticamente en Caimanes existe un zona céntrica del pueblo destinada para el camping, que de alguna manera mantenía viva la característica de ser un lugar de paso temporal para el visitante, sin embargo el incentivo primordial del camping era el estero Pupío, el cual ya se encuentra seco debido a los trabajos realizados en el tranque, situación que ha afectado directamente en el número de visitantes.

En lo que a identidad minera se refiere, esta se ha mantenido pero en otra escala y con otra intensidad, la extracción actualmente está a cargo de grandes grupos económicos, la extracción es intensiva tratando de satisfacer la demanda mundial de los metales, sin embargo en la misma medida en que se extraen minerales también se genera un gran número de desechos el cual se acumula en la cercanías del punto de extracción impactando directamente en el territorio, paisaje y la lugaridad de la zona en la cual se inserta y por ende también en el modo de habitar.

Toda esta situación parece ser en primera instancia un efecto común a muchas localidades que producto de la modernización, el crecimiento y la consolidación urbana (como efecto de la globalización principalmente), desemboca en un efecto de pérdida de la identidad, sin embargo, para el caso analizado hay dos aspectos adicionales que lo convierten en un problema que requiere ser urgentemente resuelto. Dentro de los antecedentes consultados, hay información relevante respecto del riesgo existente la cual se hizo llegar mediante una carta a la Organización de Naciones Unidas (ONU):

- Informe de contaminación de aguas que entre otros señalan presencia 9.477  $\mu\text{g/L}$  de Manganeso, cuando la norma es 100  $\mu\text{g/L}$ ;
- Informes de riesgo sísmico que afecta a la obra y que pone en peligro la vida de toda la población;
- Informe de existencia de falla geológica a un kilómetro del eje del muro de arena que sostiene el relave. Las fallas geológicas podrían activarse producto del fenómeno denominado sismicidad inducida por represas, nunca mencionado en el informe;
- El muro de arena del tranque fue diseñado para resistir un terremoto directo de 7,5° Richter y uno de 8,3° a 80 km., pero debió ser diseñado para un terremoto 9,56°.
- Estudio que demuestra el aumento de índices de metales pesados en aguas de riego y bebida, que aún en los casos en que no supera la norma, se han incrementado hasta en cuatrocientas veces.



*Imágenes de la posible avalancha de lodos tóxicos en caso que el muro de contención ceda ante un eventual sismo de magnitud superior a capacidad proyectada.*

*(Fuente: <http://www.elciudadano.cl/2012/11/12/60061/la-epica-de-caimanes-siete-dias-de-juicio/>)*

<sup>6</sup> <http://www.defensadelcobre.cl/?q=node/1095>

Lo anterior, sumado a los antecedentes publicados en los medios de comunicación, donde es posible percibir la gravedad de la situación como cuando se llevaron a cabo bloqueos de caminos y huelgas de hambre como medidas de manifestación y de descontento, dan cuenta de la urgencia de dar solución lo antes posible a este conflicto, donde está en juego la vida de los comuneros.



(fuente: <http://radio.uchile.cl/noticias/150381/>)

Por otro lado y como parte de la problemática tenemos que el "Plan de Cierre de Faenas mineras" de Los Pelambres, plantea el tratamiento de suelo usado como tranque de relave, principalmente en el Tranque Los Quillayes, con un plan de cierre ambiental que contempla etapas de fitorremediación y forestación.



La fitorremediación es un conjunto de tecnologías que utilizan las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos contaminantes (naturales o sintéticos), de la tierra, del agua o del aire y que provienen de las actividades humanas. Esta técnica también puede tratar la contaminación por compuestos inorgánicos (metales pesados o radioisótopos).

Desafortunadamente estas medidas planteadas para el cierre de las faenas se pueden implementar una vez que terminen las faenas mineras, pero dada la urgencia del problema, la población y el territorio de Caimanes no pueden esperar.





# Propuesta

- 2.1 *Introducción*
- 2.2 *Antecedentes*
- 2.3 *Aproximación*

## 2.1 *Introducción*

Teniendo en consideración lo anteriormente expuesto y por sobretodo la urgencia de dar solución al problema, la arquitectura se plantea como un recurso disponible que considerando los requerimientos técnicos y el soporte físico necesario, pueden generar una oportunidad de revertir el problema y transformarlo en una posibilidad de reconciliar, regenerar y prosperar.

Para tener un acercamiento más real al problema en la medida que me interiorizaba con los antecedentes disponibles de ambos actores del conflicto (comuneros y minera), también fui investigando aspectos técnicos y funcionales que se pudieran aplicar en la resolución del problema.

De esta manera fui trabajando en paralelo para que al momento de desarrollar la propuesta arquitectónica estuvieran incorporadas las distintas variables que desde mi punto de vista hacen viable la elaboración de un proyecto de arquitectura acorde con el desafío planteado.

Como punto de partida inicié con una lluvia de ideas que surgieron como respuesta a los conceptos trabajados, el siguiente paso fue jerarquizar aquellos de mayor relevancia para posteriormente ligarlos con un proceso técnico que lo incorporaran funcionalmente con el resto de los elementos que conforman el sistema. De este modo surge una propuesta que se implementa en plazos definidos y emplazados en puntos estratégicos.

Dentro de los conceptos más relevantes del análisis se destacó de inmediato la idea general de **recuperar la identidad** de la comunidad de Caimanes, la cual se perdía paulatinamente dentro de la fragilidad en la cual se veía sumida luego del conflicto social interno provocado por los incentivos económicos irregulares e inequitativos además de la amenaza medioambiental a cual están expuestos:

- Identidad Agrícola
- Identidad Minera
- Identidad Arqueológica

De los elementos propios de la identidad de la gente de Caimanes y de sus raíces seleccioné estos tres aspectos y en ese mismo orden por los siguientes motivos:

La Identidad Agrícola: Desde una escala de aproximación regional e incluso nacional se asocia a la cuarta región de Coquimbo con la producción agrícola, a la producción de pisco y la fertilidad de los valles transversales. En una escala de aproximación local Caimanes posee una identidad propia que quizás posee menor fuerza y volumen productivo que el existente en el valle del Choapa, sin embargo es la actividad que además de producir la actividad económica predominante de este sector de la población, es el impulso que amalgama y mantiene vigente el tejido social de la comunidad. Además, de los factores de identidad este es el más vulnerado, ya que el estero y sus afluentes que mantenían el riego constante de las parcelas han disminuido su caudal hasta casi extinguirse, por lo cual es el factor más perjudicial y de impacto más directo en el estilo de vida de los comuneros de Caimanes.

La Identidad Minera: Respecto a la identidad minera, es una actividad que se mantiene, no se desarrolla directamente dentro de la localidad de Caimanes, pero si es intensiva en la comuna colindante de Salamanca y el perjuicio se genera por las externalidades negativas provocadas por la gran cantidad de desechos tóxicos y producto de lo mismo, la impermeabilización del tranque que los contiene ha bloqueado las napas freáticas que abastecían el valle del Pupío, poniendo en riesgo la vida y salud de los habitantes de la zona. Dentro de un primer planteamiento, la idea es mantener la actividad económica asociada a la minería, pero es fundamental que se logre disminuyendo los riesgos y revirtiendo las externalidades negativas asociadas a los procesos.

La Identidad Arqueológica: Este factor queda en tercer orden de jerarquía, porque si bien es importante rescatar el legado patrimonial de Caimanes, no es parte constitutiva de la cotidianidad, sino más bien es un legado de quienes originalmente se establecieron en este territorio e instauraron una forma particular de relacionarse con el entorno. La idea en este caso es hacer una reinterpretación de la identidad arqueológica, logrando rescatar los aspectos relevantes de la cosmovisión heredada y que aún se mantiene en el imaginario colectivo de los comuneros.

A estos aspectos se podrían sumar otros que en menor grado, conforman el paisaje cultural de los habitantes de la región. Por ejemplo se asocia a las actividades productivas y económicas la ganadería (principalmente caprina), la apicultura y el turismo.

Como aspecto territorial hay que destacar el hecho de que Caimanes se inserta en un valle rodeado de cerros, que serpentean en múltiples direcciones que tienden a desorientar al visitante y que carece de elementos ordenadores, sin embargo,

la dispersión es otro elemento constitutivo de la identidad de Caimanes y que de alguna manera es un factor a incluir dentro del análisis propositivo.

## 2.2 Antecedentes

Como se señaló al inicio de este documento, la vía de aproximación al problema fue a través mi puesto laboral, en el cual comparto funciones con ingenieros químicos, con los cuales he tenido el placer de debatir ideas de manera multidisciplinar y colaborativa. En uno de estos diálogos, conversando sobre metales pesados y los efectos nocivos para la salud, le indiqué a mi colega, Luis Astudillo a quien agradezco su colaboración, que dentro del plan de cierre de las faenas mineras se contempla la fitorremediación a través de especies vegetales, las cuales purifican el suelo absorbiendo aguas contaminadas y los metales pesados depositados en el terreno.

Fue precisamente el Ingeniero Químico Luis Astudillo quien me iluminó con información respecto a las características bioquímicas de una planta que posee ese mismo tipo de propiedades de absorción de metales pesados y que además se adapta al tipo de condiciones adversas como la sequía, tema que investigó y desarrolló experimentalmente en su tesis de titulación. Investigué al respecto y hay diversas aplicaciones tanto a nivel nacional como internacional.

Este dato fue el puntapié inicial, ya que las características de la *Opuntia Ficus Indica*, me alentaron a elaborar una propuesta de remediación actual, sin tener que esperar el cierre de las faenas mineras para comenzar la fitorremediación., además las características actuales del territorio con escasez de agua no

eran un impedimento para implementar y desarrollar un proyecto agrícola de estas características.

La *Opuntia ficus-indica*, conocida comúnmente como: tuna, nopal ó chumbera es una planta de la familia de las cactáceas. Existen más de 300 especies de tunas, pero para consumo sólo se utilizan 12. *Opuntia ficus-indica* es la única que se cultiva para consumo humano y animal. Su cultivo se realiza en tierras de poca calidad y con escasez de agua. Los segmentos frescos de este cactus contienen alrededor de un 90% de agua. Los frutos, un 12% de azúcar y 6,75% de materias nitrogenadas, además de ácidos orgánicos (alrededor del 0,10%), con un característico colorante entre rojo y anaranjado, lo que provoca que, al consumirlo, la orina se tiña de ese color.<sup>7</sup>



<sup>7</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Opuntia\\_ficus-indica](http://es.wikipedia.org/wiki/Opuntia_ficus-indica)

El siguiente cuadro<sup>8</sup> muestra la composición nutricional de la parte comestible de los frutos de tuna:

Composición Nutricional de la Tuna	
Componentes	Contenido de 100g de parte comestible
Calorías	31
Humedad	90,60%
Carbohidratos	8g
Ceniza	0,4g
Fibra	0,5g
Proteína	0,5g
Calcio	22mg
Fósforo	7mg
Hierro	0,3mg
Niacina	0,3mg
Rivoflavina	0.02mg
Tiamina	0,01mg
Vitamina C	30mg

La actividad agrícola en base al cultivo de la Opuntia Ficus Indica permitirá en primera instancia, devolver la identidad agrícola al pueblo de Caimanes, en segundo lugar, pero no menos importante, permitirá biorremediar el agua contenida en el tranque de relaves a través de biofiltros generados con la paleta de nopal previamente tratada (pelada, cortada, deshidratada y con temperatura controlada), este material se deposita en mallas de diferentes tamices, por las cuales pasa el agua a ser purificada hasta obtener niveles aptos para el riego

<sup>8</sup> <http://www.provar.uchile.cl/doc/TUNA%202011.pdf>

(Ley 1.333). Este proceso permitirá mantener la actividad (y por ende la identidad) minera. Al mismo tiempo, al captar "aguas claras" desde la cubeta del tranque para ser purificada disminuirá el volumen de agua retenida, minimizando el daño ante un eventual sismo que colapse el muro de contención.

De esta manera se generará una **transferencia tecnológica de beneficio mutuo y cooperación** entre las actividades minera y agrícola en beneficio de la comunidad de Caimanes. Logrando regenerar el tejido social y territorial, además de recomponer la confianza entre ambos sectores.

Teniendo en cuenta los procesos antes descritos que relacionan las **actividades productivas con la identidad de la comunidad**, además es posible generar otros tipos de beneficios. La actividad productiva agrícola además de abastecer con las paletas de Nopal para la generación de biofiltros es capaz de generar una importante actividad económica para los comuneros a través de la producción de tunas en fruto para ser comercializado como alimento. Además de la actividad productiva, es importante destacar la inclusión social y la generación de empleo para la población de Caimanes que se puede generar. También es relevante destacar las múltiples propiedades de los derivados de la Tuna en distintas áreas productivas:

- Uso Alimentario.
- Uso Farmacéutico.
- Uso Ferretero.
- Uso Minero.
- Uso Cosmético.
- Uso Químico y Energético.

El Nopal es un vegetal arborescente de 3 a 5 mts. de alto, su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm. de diámetro. Forma artículos oblongos (Pencas o Cladodios) de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm. de largo x 4 a 8 cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnosa y dulce. Los cladodios (pencas) transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis, están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de los estomas, mismos que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso.

Es vista casi como un pariente pobre al lado de la mayor parte de las frutas de exportación. Son los menos los que han descubierto que tiene potencial agroindustrial, con un espectro muchísimo más amplio que consumirla sólo en fresco. Por lo mismo, es que no se encuentran en Chile grandes tunales" que luzcan estas paletas verdes y espinudas en ordenadas hileras plantadas con fines comerciales.

De hecho, actualmente en el país hay sólo 1.100 hectáreas cultivadas, repartidas entre la I y la VII Región principalmente, aunque la mayor producción está en los alrededores de Santiago: Tiltil, Noviciado, Buin y Lampa. Sin embargo, las tunas tienen futuro. Es un producto que en Chile se conoce hace mucho, pero sólo consumimos como fruta fresca, desaprovechando todas las posibilidades industriales que tiene", explica Carmen Sáenz, química farmacéutica de la Universidad de Chile, quien desde hace dos décadas se dedica a investigar

esta planta, y principal autora del estudio patrocinado por la FAO Utilización agroindustrial de Nopal.

Por sus características esta fruta originaria de México puede ser cultivada en tierras de poca calidad y escasa agua, como las existentes desde la V Región hacia el norte.

Está asociada a zonas marginales donde, por las características del terreno, existen pocas posibilidades de que se den otros productos vegetales. Ahí está su principal valor. Se estima que en países como Etiopía alrededor del 45 por ciento de las calorías de la dieta de la población, en épocas de sequía, proviene de la tuna<sup>9</sup>.

Entonces, uno de los atractivos que tiene es que su cultivo en tierras del norte, que actualmente están sin producir, permitiría incorporar superficies importantes para las cuales existen pocas alternativas de producción agrícola. Y no significa sólo plantar sin tener posibilidades de comercialarla. Existe el mercado para vender tanto la fruta como los nopales, como se llama a las paletas verdes, aunque Chile aún no lo ha descubierto.

La planta se come dulce, confitada o salada, preparada como salsa para carne o ensalada, y aporta gran cantidad de fibra dietaria.

Tiene, además, usos en la industria farmacéutica, como productos cosmetológicos e incluso es indicada para bajar de peso, temas que en Chile recién se estudian.

---

<sup>9</sup> <http://www.chilepotenciaalimentaria.cl/content/view/full/2490/La-tuna-un-diamante-en-bruto.html>

Por ahora, estudios como el de Carmen Saénz ayudan a conocer el cultivo, aunque aún faltan más agricultores que se entusiasmen por convertir a esta fruta en un nuevo producto para sumar a la canasta exportadora.

El líder mundial, México es el mayor productor del planeta, con 72.500 hectáreas dedicadas a las tunas y 10.500 de los nopalitos. Los mexicanos consumen la planta y la fruta. Tienen diversidad de variedades, de color púrpura y rojo, especies que actualmente sólo existen en los jardines de variedades de la Universidad de Chile y algunos sectores del norte del país, cuenta la doctora Sáenz.

Uno de los usos más comunes del nopal es la de fruto y verdura. El consumo como verdura se ha extendido cada vez más, éste se ha incrementado buscando disfrutar sus ventajas nutricionales, se presentan como nopalitos en salmuera, nopalitos en escabeche, mermeladas, yogurt, dulces, licores, etc. La tuna como fruta es la que tiene más aceptación y su mercado es creciente exportándose principalmente hacia E.E.U.U, Canadá, Japón y Europa principalmente. El uso alimenticio más innovador es como harina y pastas hechas en base a harina de nopal. También se usa para generar forraje en la alimentación de ganado, existiendo plantaciones donde este es su uso principal.

Otro mercado en torno al cultivo de nopal surge en base a la cochinilla de nopal, un insecto parásito del nopal que tras ser machacado genera un valioso tinte color rojo carmín natural usado en alimentos, cosméticos, fármacos además de la industria textil. En el mercado mundial de la grana cochinilla se producen aproximadamente 500 toneladas (TM) por año, con valor estimado en 35 millones de dólares. De esta cantidad el Perú produce alrededor de 400 anuales, que corresponde al 85

% del total, siguiéndole en importancia, con un 10% las Islas Canarias y en el restante 5% participan Chile, Bolivia y Ecuador.



*Harina y fideos hechos de harina de nopal.*

(Fuente: [http://www.publitec.com/system/noticias.php?id\\_prod=248](http://www.publitec.com/system/noticias.php?id_prod=248))

En su uso cosmético se utiliza como cremas limpiadoras, cremas humectantes, shampoo, enjuagues, mascarillas, jabones, tintes para el cabello. Actualmente se encuentra en el mercado una gran cantidad de líneas de cosméticos que contienen nopal como principio humectante, debido a sus propiedades mucilaginosas.

Desde hace tiempo se conocen las propiedades adhesivas del nopal y se ha hecho uso de ellas en aditivos y pinturas. Estudios más recientes proponen la utilización del polvo de nopal para la construcción con el fin de aumentar la dureza de estructuras de concreto, habiéndose logrado resultados sorprendentes con adiciones de 5g de mucílago de nopal liofilizado por cada mil 200 gr. de materiales secos a utilizar, con lo que se logra una dureza 56% mayor que la del concreto sin mucílago de nopal.<sup>10</sup>

Se ha comprobado que el consumo de nopalito y de la tuna ácida controla los niveles de azúcar y colesterol en la sangre, se

<sup>10</sup> [http://www.elquiglobalenergy.com/datos/Manejo\\_general\\_cultivo\\_Nopal.pdf](http://www.elquiglobalenergy.com/datos/Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf)

usa también como fibra para mejorar el proceso digestivo. La utilización del nopal con fines medicinales data de la época de los aztecas y actualmente los médicos recomiendan ampliamente su consumo para prevenir o ayudar a controlar enfermedades crónicas degenerativas, como el estreñimiento y los triglicéridos.

La superficie cultivada con tunas en Chile es de alrededor de 1.495 ha, que se distribuyen entre la Región de Tarapacá y la del Biobío. La mayor superficie se ubica en la Región Metropolitana (43,1%), seguida por la de Coquimbo (38,91); ambas representan el 82% de la superficie nacional (INE, 2007)<sup>11</sup>.

Región	Superficie					Participación tunas	
	Total (ha)	En formación hasta 2007 (ha)	Plantadas 2006-2007 (ha)	En producción (ha)	Total frutales (ha)	Nacional (%)	Regional (%)
Arica y Parinacota	16,3	2,0	0,1	14,3	5.034,3	1,09	0,32
Tarapacá	5,7	1,5	0,1	4,2	393,1	0,38	1,45
Antofagasta	2,2	0,7	0,0	1,6	152,3	0,15	1,47
Atacama	4,7	0,8	0,4	3,9	13.586,0	0,31	0,03
Coquimbo	581,4	94,4	71,6	487,0	31.740,1	38,91	1,83
Valparaíso	147,6	49,2	42,8	98,4	52.898,4	9,88	0,28
O'Higgins	83,1	36,8	5,3	46,3	77.967,4	5,56	0,11
Maule	7,4	3,9	1,1	3,5	54.749,3	0,50	0,01
Biobío	1,8	1,1	1,0	0,7	12.773,8	0,12	0,01
Metropolitana	644,1	51,1	7,1	593,0	53.018,7	43,10	1,21
Total país	1.494,4	241,5	129,5	1.252,9	324.279,0	100,00	0,46

Fuente: INE (2007).

Se realizó una estimación de la producción de tunas en el país, basada en la suma de los volúmenes transados en el mercado

<sup>11</sup>

[http://bibliotecadigital.fia.cl/gsdl/collect/publicac/index/assoc/FLASH1541.dir/53\\_Libro\\_Tunas.pdf?ie=UTF-8&oe=UTF-8&q=prettyphoto&iframe=true&width=90%&height=90%](http://bibliotecadigital.fia.cl/gsdl/collect/publicac/index/assoc/FLASH1541.dir/53_Libro_Tunas.pdf?ie=UTF-8&oe=UTF-8&q=prettyphoto&iframe=true&width=90%&height=90%)

mayorista de Santiago y en los datos de exportación. Cabe indicar que existe un comercio local que no se registra en las dos fuentes señaladas, sin embargo, aún así se estima que estos datos representan un porcentaje significativo, probablemente cercano al 90% de la venta total de tunas en Chile. En este contexto, se estima que la producción chilena de los últimos siete años (2002 a 2008) fue, en promedio, 1,7 toneladas, de las cuales, casi la totalidad se destinó al mercado interno (98,87%) y una mínima fracción a la exportación (1,13%)<sup>12</sup>.

**CUADRO 5. Producción nacional estimada de tunas (kg), 2002 - 2008**

Año	Producción (kg)	Mercado nacional (kg)	Participación mercado nacional (%)	Exportaciones (kg)	Participación exportaciones (%)
2002	1.012.863	989.226	97,67	23.637	2,33
2003	1.480.830	1.462.518	98,76	18.312	1,24
2004	1.669.314	1.656.894	99,26	12.420	0,74
2005	2.232.146	2.214.996	99,23	17.150	0,77
2006	1.335.992	1.318.824	98,71	17.168	1,29
2007	2.189.358	2.169.186	99,08	20.172	0,92
2008	1.868.848	1.856.710	99,35	12.138	0,65
Promedio	1.684.193	1.666.908	98,87	17.285	1,13

Fuente: basado en datos de ODEPA [en línea] y Servicio Nacional de Aduanas [en línea].

El ideal es cosechar la fruta y bajar la temperatura de campo tan pronto como sea posible. Los procesos asociados son los siguientes:

- Transporte: al sitio de clasificación final se realiza en cajas de plástico con papel en el fondo (no periódico), máximo en cuatro filas.
- Recepción en planta: en áreas definidas provistas de elementos de amortiguación para la fruta.
- Limpieza: mediante rodillos de cerdas especiales que no rallen la fruta, para sacar las espinas; la fruta sufre menos daños que con el barrido con escoba.

<sup>12</sup> *Ibidem.*

- Clasificación: se seleccionan los frutos en una mesa (con una manta gruesa en su superficie), de acuerdo a la forma del fruto: periforme, cilíndrico y esférico y según su calidad: extra, primera y segunda; en cada categoría también se considera longitud y diámetro.
- Empaque: se recomienda usar cajas que contengan sólo una corrida de fruta (de madera ó cartón). La fruta se debe disponer sobre una bandeja alveolada, consistente con el calibre de la fruta, en la cual se identifiquen claramente las calidades y color, fecha y peso neto.

Para limitar el desarrollo de enfermedades fungosas en la etapa de postcosecha, es ideal dar a los frutos un baño con agua a una temperatura de 55 °C después de sacarle las espinas, previo al embalaje. Con este tratamiento los frutos pueden durar fácilmente 40 días.

Los costos asociados por hectárea se muestran en la siguiente tabla:

Ítem	\$/ha
Paletas tunas	390.000
Riego tecnificado (cintas)	600.000
Cerco	480.763
<b>TOTAL</b>	<b>1.470.763</b>

- Rendimientos: sólo se consideró realizar una cosecha al año y un rendimiento en plena producción (año 7 en adelante) de 20 t/ha (Cuadro 15).

Ítem	AÑO					
	2	3	4	5	6	7 a 20
Producción (kg)	700	5.000	7.000	10.000	12.500	20.000

Una de las ventajas de la producción de tunas es que casi no hay desperdicios, los desechos de los procesos antes mencionados en el uso de sus derivados pueden tratados en plantas de captación de gas metano, para la generación de Biogás y electricidad, o bien de trabaja en lombricultura para generar el compostaje que abonará la tierra donde se planta la tuna, retroalimentando el proceso y disminuyendo sus costos.

En la cuarta región existe una empresa que se dedica a la producción de tunas con la única finalidad de generar biogás, orientada a las granjas de energías con nopales, llamada Elqui Global Energy<sup>13</sup> cuyas principales ventajas son: la generación continua de energía 24hx 365 días, producción de biogás y electricidad, no contiene óxidos de azufres o particulado, bajo mantenimiento, eficiencia global de planta 80 - 90%, genera suelo, disminuye la erosión y fertilizantes orgánicos, cambia el microclima reteniendo agua en el suelo, reforestación de zonas desérticas, extrae dióxido de carbono del ambiente, larga vida útil, procesos totalmente orgánicos, rápida implementación de proyecto, genera puestos de trabajo permanentes para siembra, cosecha y planta de procesos, permite la apertura de nuevos mercados y replicar el modelo en otras zonas del país, es amigable con el medioambiente.

La fermentación anaeróbica permite la obtención de un gas con características similares al gas natural obtenido de yacimientos gasíferos de subsuelo. Las características principales del biogás de nopal son la ausencia de ácido sulfhídrico y la rápida generación de biogás con tiempos de retención muy cortos. Su capacidad de globalización es enorme, mientras más pobre y desertificada la zona mayor es su potencial como cultivo.

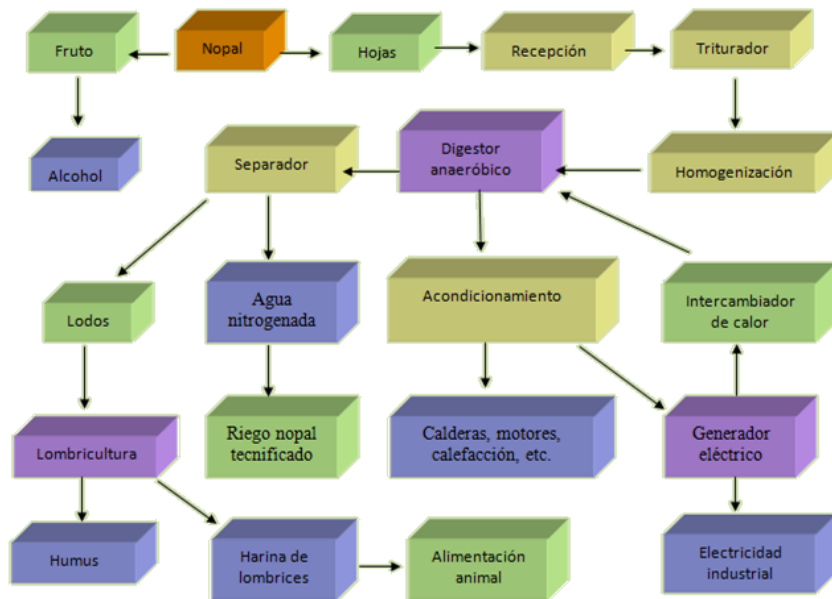
<sup>13</sup> [www.elquiglobalenergy.cl](http://www.elquiglobalenergy.cl)





El siguiente es un cuadro comparativo de la energía a base de Biomasa de nopal versus la energía Eólica y la Fotovoltaica.

ESQUEMA GENERAL UTILIZACIÓN DE NOPAL



Fuente: Wayland 2010

	Biomasa nopal	Energía eólica	Energía fotovoltaica
<b>Disponibilidad</b>	Continua 24 X 365 días	Irregular dependiendo de la hora del día.	Irregular dependiendo de la hora del día.
<b>Mantenimiento</b>	Bajo en condiciones de operación, cada dos años pintura. Poco personal	Bajo, muy poco personal en condiciones normales	Bajo, muy poco personal en condiciones normales
<b>Mantenimiento en fallas</b>	Rápida, y bajo costo. Personal de calificación media	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.	Personal altamente calificado con fallas mayores, reparaciones costosas y lentas.
<b>Tipo de energía generada</b>	Eléctrica, biogás, térmica (agua caliente)	Eléctrica	Eléctrica
<b>Eficiencia generación energía</b>	80-90 %	30 % de la capacidad instalada en tierra.	10 -20 % dependiendo del costo de celda
<b>Duración de equipos e instalaciones</b>	15-20 años	20 años	10 años
<b>Beneficio ambiental</b>	Genera suelo, fertilizantes orgánicos. Cambia el microclima reteniendo agua el suelo. Extrae dióxido de carbono del ambiente. Permite la venta de bonos de carbono. Proceso totalmente orgánico	No emite dióxido de carbono. Efecto neutro en el medio ambiente.	No genera dióxido de carbono.
<b>Perjuicio ambiental</b>	Desconocido	Alto impacto en rutas migratorias de aves, Ruidosa producción de energía por efecto de las aspas al rotar.	Baterías y construcción de celdas es altamente contaminante
<b>Disponibilidad de repuestos</b>	Disponibles en mercado nacional en forma inmediata.	Deben ser importados	Deben ser importados con dependencia del importador y distribuidor.
<b>Tiempo de estudio e implementación de proyecto</b>	Corto, 1 año	Largo, 8 años mínimo para estudiar vientos	Corto 1 año.
<b>Beneficio Social</b>	Genera puestos de trabajo permanentes para siembra cosecha, y plantas de proceso.	Genera empleos en el montaje de equipos.	Requiere poco mantenimiento y personal. Aplicable a pequeña escala en sectores marginales.
<b>Externalidades positivas</b>	Culturalmente el cultivo del nopal es aceptado y favorecido por instituciones del estado. Permite la apertura de nuevos mercados al ser considerada una empresa verde que cuida el medio ambiente.	Tecnología conocida e implementada en forma global	Tecnología atractiva y ampliamente conocida, Imagen ampliamente positiva para su implementación.
<b>Externalidades negativas</b>	Pocas plantas construidas en el mundo, desconocidas en México	El dinero sale del país hacia las fábricas de Europa principalmente. El dinero no se invierte en recursos humanos y tecnológicos de México	Las baterías generan contaminantes tóxicos. Los equipos son frágiles a impactos y el daño. El dinero no se invierte en recursos humanos y tecnológicos locales.
<b>Costo instalación KWh instalado</b>	US1200/ KWh (no incluye ingresos por subproductos y bonos de carbono)	US1.800-3.000/KWh	US4.000 - 6000/KWh
<b>Recuperación de la inversión</b>	1 a 2 años	5-8 años	12-15 años

El nopal presenta excelentes características moleculares lo cual permite entregar una gran cantidad de biogás en muy corto tiempo, en términos comparativos para un mismo volumen de biogás el nopal se degrada 5 - 10 veces más rápido que el estiércol animal, ello permite que un mismo equipo sea 5- 10 veces más productivo. Además no produce ácido sulfhídrico el cual al ser quemado en contacto con el aire se transforma en óxidos de azufre y posteriormente en ácido sulfhídrico produciendo lluvia ácida. El nopal es una planta extraordinaria, con un riego tecnificado, dos o tres cosechas anuales, permite entregar en forma continua desde 800 a 1.200 ton de biomasa / año, en términos de energía equivale a 20.000 - 25.000 litros de diesel/ hectárea.

Cabe agregar que así como hay muchas investigaciones sobre ventajas y tratamientos para los subproductos del nopal, también hay estudios (José Antonio Rodríguez Hurtado<sup>14</sup>) relacionados a la captación de hidrógeno desde el cladodio de nopal intacto sometido a tratamientos térmico-luminosos.

Retomando la idea de la transferencia tecnológica entre la producción agrícola y los relaves mineros hay investigaciones llevadas a cabo por Alfonso Romero Baylón, jefe de un estudio que llegó a producir ladrillos y baldosas a partir de la reutilización de los relaves mineros, quitándoles toda la toxicidad (para el caso de Caimanes se aplicarían filtros de nopal). Los ladrillos y baldosas fabricados con este material reutilizado podrían servir en las bases de soporte de las edificaciones, en fachadas y pisos de obras civiles urbanas y en las cimentaciones de los puentes peatonales debido a que su

resistencia es similar al de un concreto común. Asimismo, las baldosas se pueden emplear en aceras, pisos de parques o plazas centrales.<sup>15</sup>

CIENCIA. ALTERNATIVA PARA REUTILIZAR ELEMENTOS CONTAMINANTES

## Usan los relaves mineros en fabricación de ladrillos

■ Emplean técnica que libera al material de toda toxicidad

■ Una mina puede producir al año nueve millones de toneladas de relave

SANCRO MEDINA TOVAR

¿Se puede hacer algo con las inmensas cantidades de relaves mineros que existen en nuestro país y que por lo general causan tanto daño al medio ambiente? "Sí", responde el ingeniero Alfonso Romero Baylón, jefe de un estudio que llegó a producir ladrillos y baldosas a partir de la reutilización de estos materiales contaminantes quitándoles toda la toxicidad.

Para ello se desarrolló una serie de técnicas y metodologías que convocó la participación de físicos, químicos, biólogos, ingenieros electrónicos, metalúrgicos y de minas. En un comienzo, en el 2001, tuvo la colaboración de pro-



LOCAL. El grupo de investigadores está formado también por Rosa Medina y Silvana Flores.

### SEPA MÁS

■ El ingeniero Romero indicó que con este estudio se evitaría que los contaminantes vayan a las aguas subterráneas o superficies, o que se mantengan en los suelos de las zonas cercanas a estos depósitos.

fesionales de universidades e institutos de España.

"Mediante la metodología de fijación y microencapsulación de los metales pesados en los relaves mineros, en la investigación realizada se ha logrado estabilizar los metales peligrosos y contaminantes que se encuentran en los relaves, anulando el proceso natural de migración de es-

tos metales en el medio físico (medio ambiente)", explicó a El Comercio el ingeniero Romero, director de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Queda claro que los ladrillos o baldosas fabricados con los residuos sólidos de las minas están libres de

toda toxicidad, porque previamente los metales contaminantes fueron neutralizados y estabilizados. "Por medio de diversas pruebas de toxicología y aplicando la metodología 3111-EPA y otras más, se estableció que el producto final, que es el agregado de construcción obtenido a partir de los relaves mineros polimetálicos, no es contaminante", afirmó.

Los ladrillos y baldosas fabricados con este material reutilizado podrían servir en las bases de soporte de las edificaciones, en fachadas y pisos de obras civiles urbanas y en las cimentaciones de los puentes peatonales debido a que su resistencia es similar al de un concreto común. Asimismo, las baldosas se pueden emplear en aceras, pisos de parques o plazas centrales, sugirió el especialista.

Añadió que con este estudio se evitaría que esos contaminantes vayan, por ejemplo, a las aguas subterráneas o superficies, así como se mantengan en los suelos de la zona de influencia de estos depósitos.

Sugirió que los interesados en fabricarlos en grandes cantidades de berian hacerlo cerca de los relaves, para ahorrar costos en transporte y no se eleva el precio de este material de construcción. ■

(Ver más información en <http://www.youtube.com/watch?v=CIZY-xtVjCM>)

Con todo lo investigado respecto al cultivo del Nopal, sus derivados y el potencial económico, tenemos la documentación respecto de los procesos técnicos comprometidos para cada etapa, por lo tanto es posible definir una propuesta que en conjunto con el ámbito social, el ámbito minero y el energético, se pueda resolver el conflicto que afecta a Caimanes restituyendo su identidad y garantizando su seguridad.

14

[http://www.elquiglobalenergy.com/datos/Produccion\\_de\\_hidrogeno\\_a\\_partir\\_de\\_la\\_Opuntia\\_cacti.pdf](http://www.elquiglobalenergy.com/datos/Produccion_de_hidrogeno_a_partir_de_la_Opuntia_cacti.pdf)

15 <http://www.sindramas.com/phpBB3/viewtopic.php?f=9&t=32991&start=0>

## 2.3 Aproximación

Dentro de la metodología de diseño a nivel del taller de titulación bajo la Guía del profesor Emilio Marín, incorporamos (cada alumno) una estrategia de aproximación gráfica al proyecto mediante una propuesta conceptual basada en el documento *LAX* del artista británico Ryan Gander.



Esta herramienta nos permitió decantar las ideas preconcebidas, imágenes referenciales e imágenes objetivos en función de los conceptos trabajados en el desarrollo de cada propuesta individual, estas ideas fueron filtradas desembocando en una propuesta arquitectónica.

Para abordar este encargo agregué a los antecedentes técnicos del conflicto y los procesos asociados a la recuperación de la identidad previamente expuestos, la experiencia personal, la información y los conocimientos adquiridos durante la

formación académica en los 5 años previos, surgiendo reflexiones e interrogantes.

El resultado de este ejercicio me sirvió para alcanzar un criterio de diseño, una estrategia de intervención y de zonificación, lo cual al ser canalizado en un *masterplan* me permitió definir puntos sensibles a intervenir y localizar el programa adecuado para cada etapa cronológica y para cada emplazamiento, considerando aspectos del funcionamiento existente en el pueblo de Caimanes, de su trama y su morfología. Todo trabajado con la sensibilidad del lugar y la percepción del lugar y de su gente que tuve durante mi recorrido por el Valle del Pupío.

Este ejercicio consta de 6 etapas:

- STUDIES
- MAPPING
- MATERIAL
- CONCEPT
- PROGRAM
- PROJECT

**Studies:** Este capítulo contiene una primera aproximación, al proyecto. Está basado en el documento *LAX*.

**Mapping:** Este capítulo contiene toda la información del lugar desde la mayor escala hasta la escala donde se hará el proyecto.

**Material:** Investigación de materiales.

**Concept:** Este capítulo es la segunda aproximación conceptual al proyecto y contiene, las "key words" que servirán para poder conceptualizar la propuesta.

**Program:** Análisis del programa.

**Project:** Contiene la propuesta y desarrollo del proyecto.

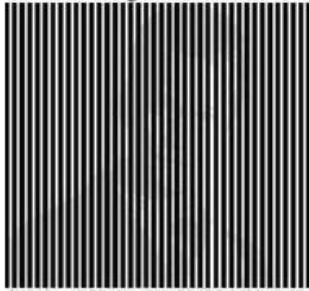
# STUDIES

---

PROYECTO DE TÍTULO // TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE

El proceso de titulación, en lo personal, es una instancia donde me permito trabajar con toda las herramientas que se han incorporado a mi mochila con la que llegué casi vacía en primer año, al entrar a estudiar a la FAU. Hoy, muchos años después se hace necesario “agitar la cabeza” para obtener buenas ideas y poder recurrir a mi mochila de herramientas.

### shake your head



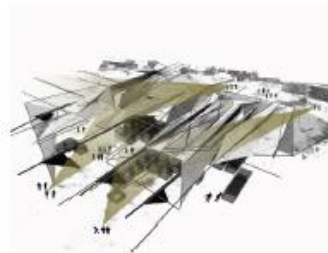
“Shake your head”, ilusión óptica que invita a sacudir la cabeza para ver una imagen.



Práctica profesional en Idiem, una puerta laboral que me permitió un acercamiento técnico al problema identificado.



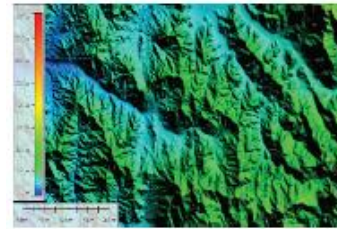
Tranque de Relaves El Mauro, perteneciente a Minera Los Pelambres.



Minera Los Pelambre, de propiedad de la adinerada familia Luksic, cliente de Idiem, para la inspección a sus sistemas de impermeabilización



Fotografía satelital del Tranque de Relaves, muestra depósito de áridos finos y nivel de agua.



Fotografía satelital con altimetrías del valle del Pupío, que comprende Caimanes y el fundo El Mauro.



Infografía de los procesos llevados a cabo en el Tranque El Mauro, por Minera Los Pelambres.



Minera Los Pelambres produce principalmente cobre y molibdeno.



Los procesos de la mina incluyen la recuperación del agua de los procesos de transportes en relaveductos, sin embargo, existen otros efectos adversos con respecto al agua: riesgo latente.



El pueblo de Caimanes se ubica a cerca de 47 km. de Los Vilos, se inserta en el valle del Pupío, cuyo estero Pupío generaba actividades agrícolas y ganaderas. Posee cerca de 650 habitantes y se emplaza por sobre los 450 m.s.n.m.



*La presencia de la minera en la zona se manifiesta en señalética de tránsito y “apoyo social” financiando la red inalámbrica wi-fi del pueblo de Caimanes.*



*La manera de transportar el desecho mineral desde la Mina Los Pelambres ubicada en la precordillera, es a través de relaveductos que llegan hasta el tranque El Mauro, donde los áridos finos se arrastran con agua y se depositan en una gran cuenca con un muro de contención.*



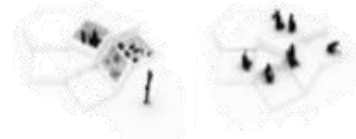
*Dibujo de Manhattan, la ausencia del color marca la ausencia de jerarquía en un lugar típicamente visual.*



*Composición cromática con distintas texturas que incorporan la vegetación como elemento del paisaje en la plaza de Caimanes.*



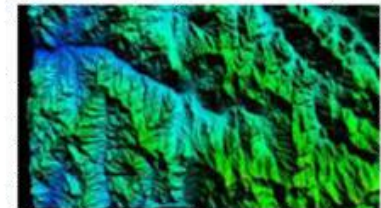
*Composición tectónica en función de módulos de actividades, proyectado por Bjarke Ingels ([www.big.dk](http://www.big.dk))*



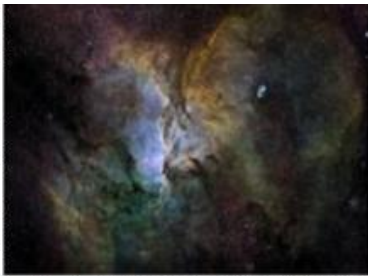
*El cactus es parte del paisaje de Caimanes, una fila de estos ejemplares marcan la fachada poniente en el acceso del cementerio local.*



*Restos arqueológicos descubiertos al interior del fundo El Mauro, vestigios del pasado cultural de la zona.*



*El valle del Pupío, al igual que otros valles como el Choapa, han tenido elementos comunes como los petroglifos, la minería y la agricultura. Pueblos precolombinos como los Incas, Diaguitas y Molles han dejado estos legados en la región.*



*La observación: contemplar el cielo fue la inspiración de la alfarería y de los petroglifos, les permitía situarse en el espacio, orientarse.*



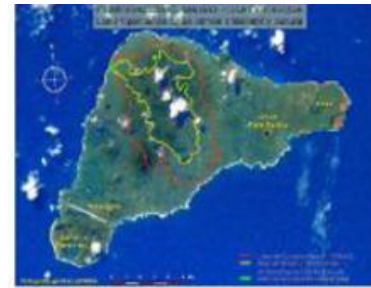
*Los petroglifos, al igual que las grandes obras de arquitectura son un ícono que da cuenta del avance tecnológico y sociocultural de una época.*



*El color es un elemento de representación e identidad, al igual como lo es el dibujo y la lugaridad.*



*La obra de arquitectura, como objeto es un elemento de composición en el paisaje, su ausencia deja un vacío...una falta en la identidad del paisaje. Un ícono ausente.*

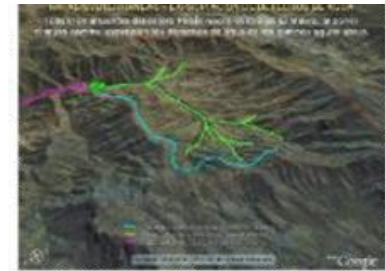


*Tamaño del Tranque de Relaves El Mauro respecto del tamaño de Isla de Pascua.*

*El agua, elemento del paisaje clave en la localización de las primeras civilizaciones.*



*La presencia del agua transforma el paisaje y la evolución tecnológica de la sociedad.*



*Al interior del fundo El Mauro se ubican napas freáticas, las cuales alimentaban el estero Pupío y eran la base de la economía agrícola de la zona, además de ser un elemento ordenador del paisaje.*



*El agua actúa sobre la vegetación, transforma el paisaje y por ende transforma la identidad de los habitantes.*



1.700 millones de toneladas de desechos tóxicos abarcan la zona del tranque, lo que representa una superficie de 70km<sup>2</sup>.



Por presencia o por ausencia de agua, el paisaje y los recursos determinan el modo de habitar de una comunidad.



La inspección Idiem verifica la correcta instalación de los sistemas de impermeabilización del tranque de relaves El Mauro.



El agua es un recurso energético y un elemento ordenador del territorio. Al impermeabilizar el Tranque de Relaves, las napas subterráneas no llegan a conformar el estero Pupío, inundando el Tranque de agua y desechos tóxicos y dejando en sequía al valle del Pupío.



El principal temor de la población de Caimanes es que el muro de contención ceda, generando una avalancha de lodo tóxico que [eventualmente] destruiría el pueblo, todo esto además de la división social y la sequía que se genera.

Caimanes posee orígenes difusos y perdidos en la historia, se asocia en funcionamiento y cultura a los valles transversales, principalmente a Illapel y el valle del Choapa. ¿Es posible reconstruir la identidad de un lugar en función de un referente territorial cercano? ¿qué elementos lo determinan?



La Catedral del viento, sin alguna actividad presente, la identidad se genera por las características del paisaje, haciéndola un elemento reconocible por lo que ES no por lo que se hace.



Mientras se recorre el entorno hay leyes que determinan el lugar, pese a la ausencia del orden o de la jerarquía. ¿Puede la arquitectura modificar esas leyes?



El valor del paisaje se puede ver amenazado cuando un proyecto invasivo se instala, el valor social se puede ver amenazado cuando el proyecto segrega a la comunidad.



La reacción social se manifiesta cuando surge aquello que atenta contra una forma de vida establecida, una huelga de hambre contra un riesgo latente.





*Plaza de Caimanes, cerrada y enrejada. Una manifestación de protección de lo poco que se tiene, pero que se valora.*



*Las texturas, el color, los materiales, la luz y las sombras...pequeño tesoro de la identidad de un poblado.*



*El derrumbe del muro de contención del Tranque atenta contra la vida de un comuna entera, huelguistas dispuestos a morir por salvar a su gente.*



*Mientras los comuneros se resisten a los cambios en su pueblo, el cactus se adaptan a las condiciones del medio.*



*La transformación del paisaje como consecuencia de la ausencia de recursos, cambian los colores, cambia la identidad.*



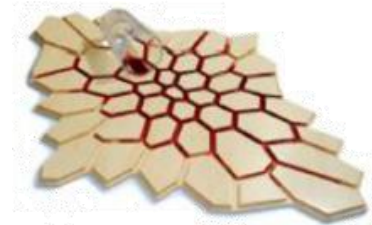
*La presencia del color en esta ilustración de Manhattan, le devuelven la identidad de un lugar reconocible: gente, información, taxis amarillos, información, letreros luminosos, información, movimiento, información, luces, información. Times Square, sus rasgos característicos lo delatan.*



*La altitud y el relieve, elementos del paisaje y de una forma de vida.*



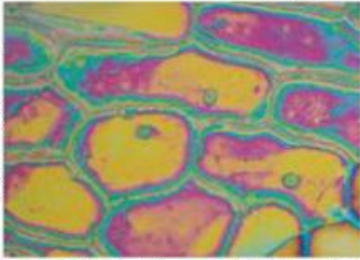
*¿Hasta qué punto la arquitectura o un proyecto medioambiental modifican el paisaje?*



*Cuando el agua, como elemento estructural de una comunidad, ya no está disponible, ¿cómo se adapta el habitante, cómo se transforma el LUGAR?*



*Cuando el paisaje se transforma, la nueva arquitectura que surge ¿se adapta a lo nuevo o rescata lo anterior? ¿Hay una renovación como el cambio de piel, cuando las células mueren?*



*Las células vegetales conforman la piel del paisaje agrícola.*



*Las cotas del terreno generan formas difusas, tal como las células vegetales.*



*¿Un lugar sin elementos de orden ó jerarquía, genera identidad?*



*¿Pueden las relaciones y actividades humanas ser un elemento de orden en el territorio?*



*Hay formas de emplazarse en el lugar invasivamente.*



*Hay formas de relacionarse y dialogar con el entorno.*



*El relieve puede ser el elemento ordenador del territorio.*



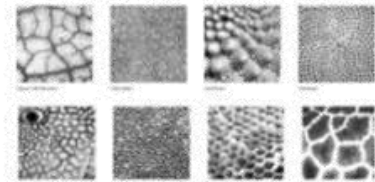
*Las cotas del terreno, una posibilidad para ordenar el territorio y generar actividades humanas.*



*Proyecto publicado en [www.big.dk](http://www.big.dk) donde se muestra una arquitecturización de las cotas del relieve.*



*La geometría del territorio como elemento ordenador de la arquitectura.*



*Geometría botánica y geometría zoológica.*



*Generación de actividades insertas en el medio geográfico.*



*Geometría orgánica usada en la arquitectura.*

*La geometría azarosa de la vegetación inciden en la conducta animal.*



*¿Los flujos definen el paisaje o el paisaje define los flujos?*



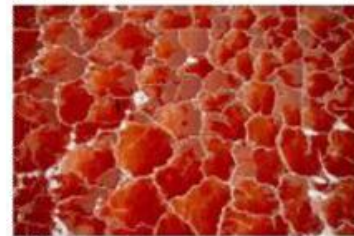
*¿Qué flujos se generan con la interacción social? ¿Qué geometría surge de ellos?*



*"An icon is forever", ¿qué significado transmite el signo, cuando la arquitectura es icónica?*



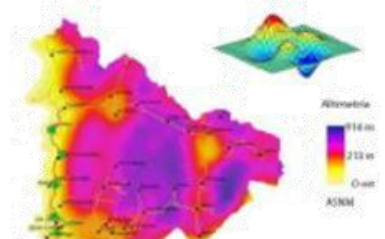
*Home del website del arquitecto Bjarke Ingels, donde cada obra o proyecto es representada por un ícono.*



*¿Puede el paisaje ser un ícono?*



*La intervención humana en el paisaje le otorga una nueva interpretación.*



*Altitud y clima definen el paisaje, el habitante lo modifica.*



*El ser humano ordena los elementos naturales en función de sus necesidades.*



*Paisaje natural y paisaje cultural, ¿cuál es el límite?*



*En lo azaroso de la naturaleza los detalles nos muestran elementos ordenadores.*



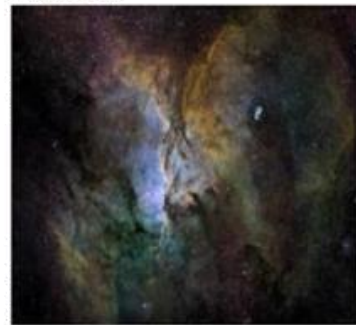
*Granos de arena en el microscopio revelan el orden, la geometría y los colores que ordenan la naturaleza.*



*La observación y contemplación es un medio para relacionar al territorio con el habitante.*



*Fiesta de lámparas, emulando un cielo estrellado, luz y color bajo el control humano.*



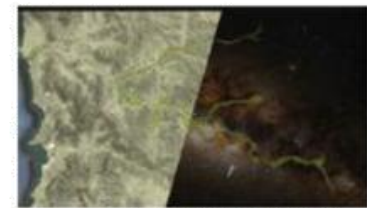
*Por siglos el ser humano ha tratado de situarse en el universo, buscar elementos de referencia y de orden, para lo cual analiza el movimiento de las estrellas. La observación es la herramienta que vincula al ser humano con el espacio.*



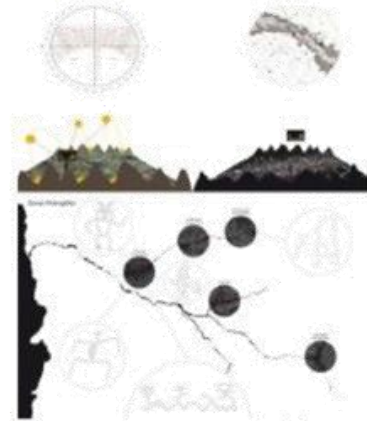
*Cerros y quebradas componen el paisaje de Caimanes, la vista es contenida, fugandose en pliegues sin final perdidos en el valle, buscando una apertura que permita al espectador desorientado situarse en un lugar que carece de orden.*



*Pintura que muestra cómo la homogeneidad del paisaje desorienta, siendo el cielo la referencia para situarse espacialmente.*



*Los antiguos pueblos originarios residentes en el valle del Choapa, establecieron relaciones visuales entre las tierras productivas y el cielo que ordenaba las etapas de crecimiento, lo cual se manifestaba en su arte y su identidad.*



*Las constelaciones surgen como una trama ordenadora de elementos jerárquicos, interpretadas por el ser humano.*

"Los paisajes invisibles son las múltiples lecturas posibles de la realidad... los paisajes no son solamente territorios físicos naturales, urbanos, arquitectónicos, sino también mentales, o sea parte del imaginario del observador".

© David Gae. Los paisajes invisibles. 1. Sello Internacional de Arquitectura. Barcelona, España, 2006.

*Arquitectura. Paisaje. Observación. Identidad agrícola, identidad arqueológica, identidad minera. Elementos estructurales de Caimanes.*



*¿Cómo situarse en el territorio con respeto por el paisaje y con oportunidades tecnológicas de desarrollo?*



*La tecnología y la energía son las herramientas de desarrollo de una comunidad.*



*Relación del hombre con el paisaje.*



*Relación del hombre con la comunidad.*

*La luz, conector entre la conciencia y la realidad, parte de la arquitectura contenida en el interior o el exterior.*



*La luz ordena y llena los espacios.*



*El habitante manipula los espacios en función de sus diversas necesidades.*



*El clima y la ubicación geográfica dotan al ser humano de recursos naturales tecnológicos y energéticos. ¿Cómo aprovecharlos?*



*El Tranque de relaves El Mauro almacena los desechos de la explotación de los recursos, ¿Es posible obtener recursos de los desechos?*



*La arquitectura es capaz de definir un nuevo paisaje.*



*Vivienda del pueblo Rapa Nui en Tahai, Isla de Pascua. Su acceso se orientaba hacia donde se emplazaban los Moai, estableciendo un relación visual entre el interior y el exterior a través de un elemento jerárquico de su identidad cultural.*



*Yuxtaposición del paisaje con actividades productivas.*



*En la cima del volcán Rano Kau, de Isla de Pascua, el elemento jerárquico del pueblo era la isla nido del Manutara, hacia la cual se volcaron actividades sociales y políticas.*



*En el Tranque El Mauro abundan los metales pesados como Mercurio y Cadmio, los cuales envenenan el agua y los alimentos.*



*Diversos estudios indican la propiedad que posee la tuna para retener metales pesados.*



*Esta propiedad de la Tuna permite obtener beneficios energéticos o tecnológicos locales.*



*Descubrimiento de sitios arqueológicos en el valle del Pupío, muestra de la relación del hombre con la naturaleza, al igual que en el valle del Choapa.*



*En la cima del volcán Rano Kau también hay evidencia de petroglifos, evidenciando algún hito en la observación.*





*Viviendas del pueblo Rapa Nui en el volcán Rano Kau con sus accesos orientados hacia la isla del manutara, acá sus edificaciones se adaptan al paisaje y sus terrazas se asemejan a cotas del relieve.*



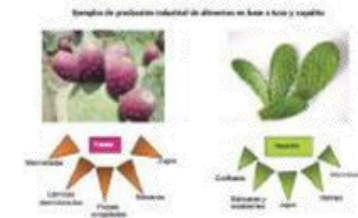
*Opuntia Ficus Indica, esta es la especie de cactus nopal (ó tuna) que permite absorber metales pesados.*



*Las condiciones climáticas del pueblo de Caimanes son propicias para la existencia de cactus y nopales.*



*Los relaves mineros y los nopales, son dos elementos característicos de Caimanes que puede ser fuente de transferencia tecnológica*



*Existen muchos derivados de la tuna, tanto del fruto como de la paleta del nopal.*



*La variedad de color en el fruto permiten modificar la estética del paisaje.*



*La harina de Nopal es uno de los subproductos de esta planta.*



*Alfonso Romero Baylon, ingeniero en minas que logró fabricar ladrillos y baldosas a partir de los relaves mineros en Perú.*



*Es posible generar transferencia tecnológica.*



*Y aún falta mucho por investigar...*

# MAPPING

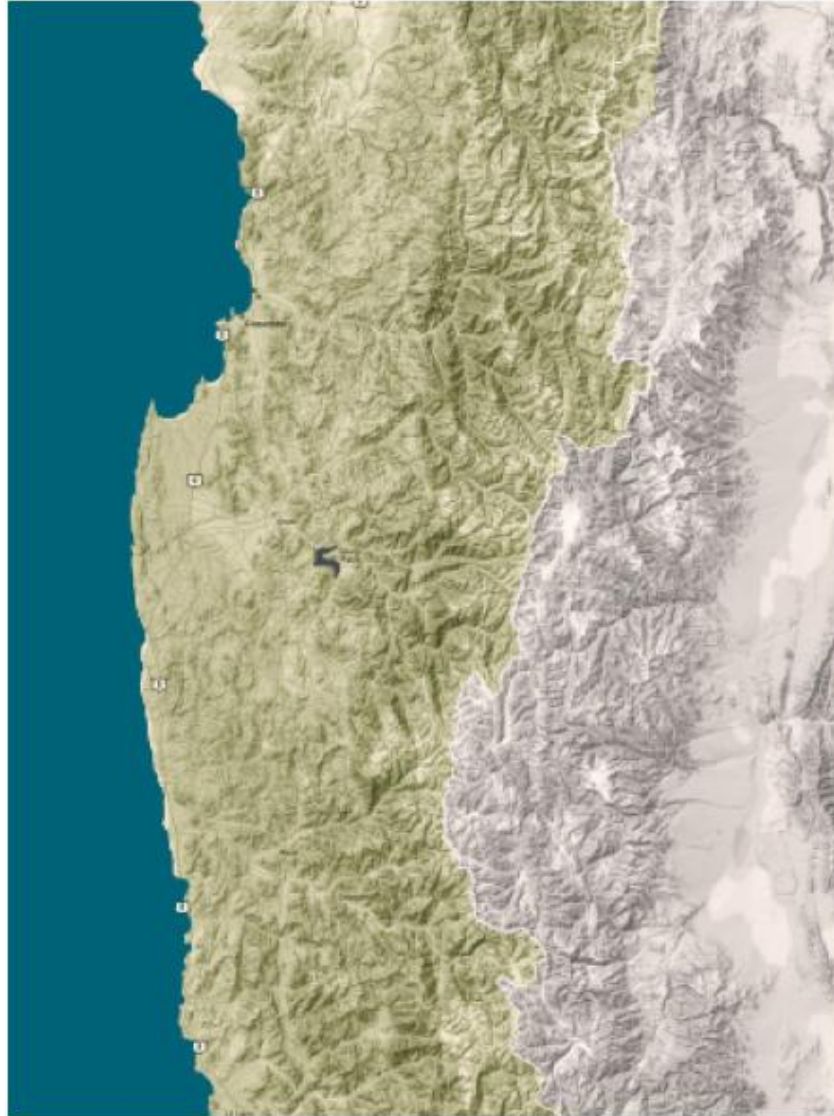
PROYECTO DE TÍTULO// TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE

---







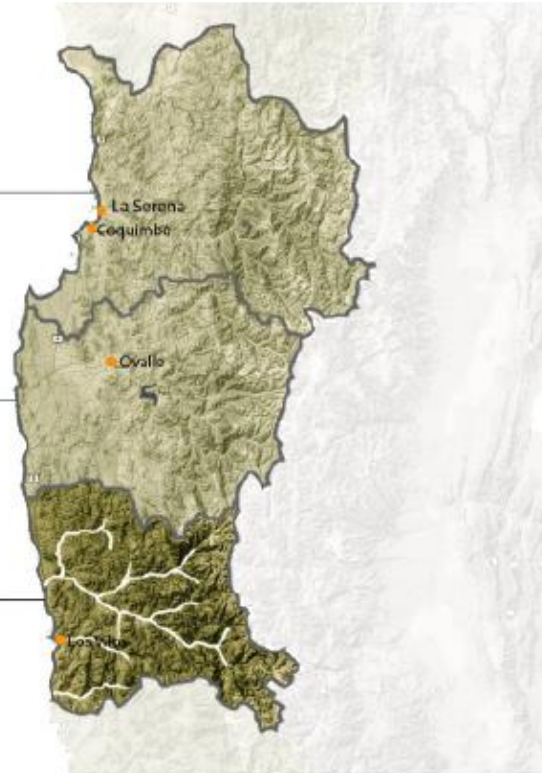


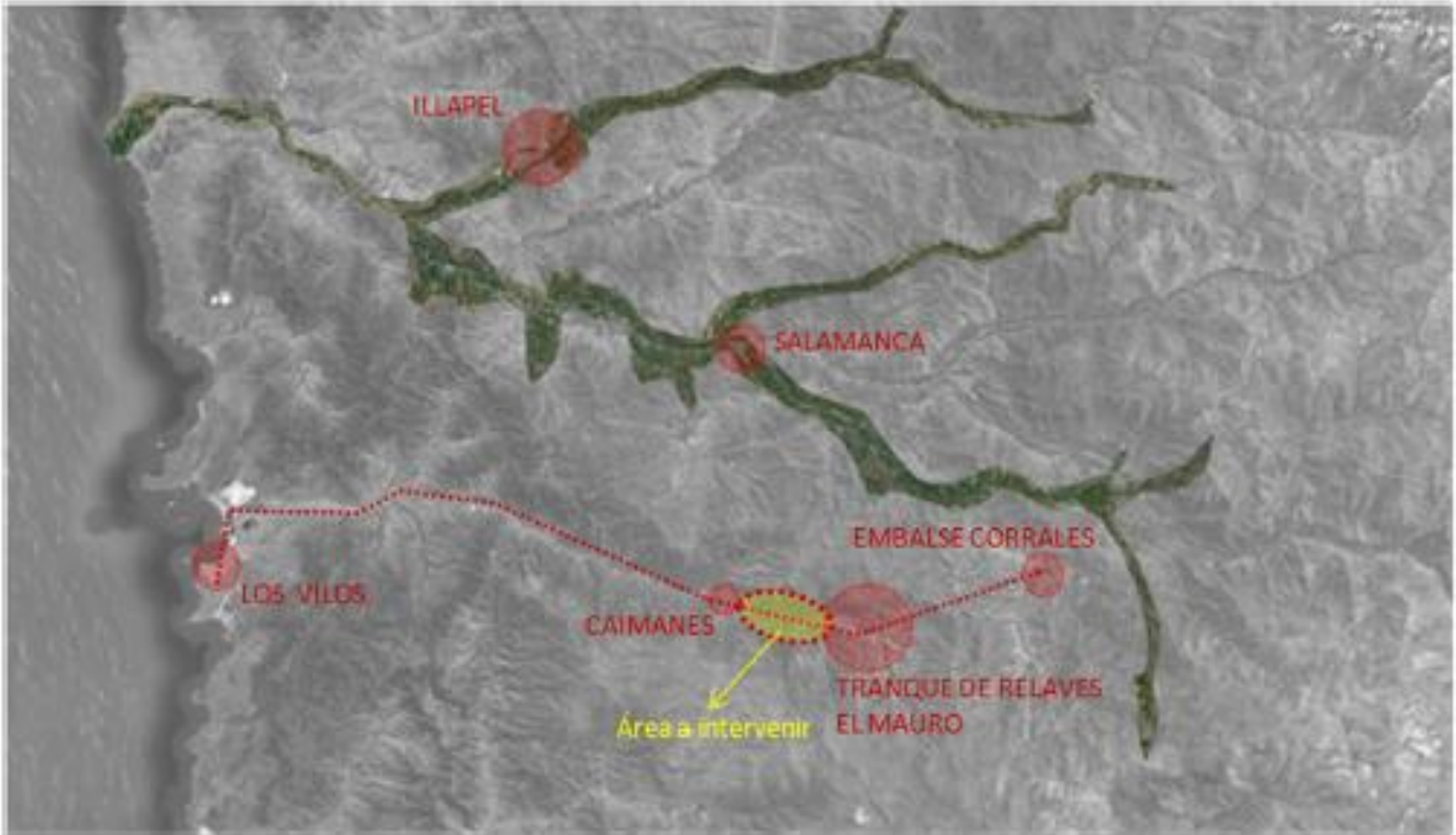
IV Región de Coquimbo  
603.000 hab  
46.565 km<sup>2</sup>

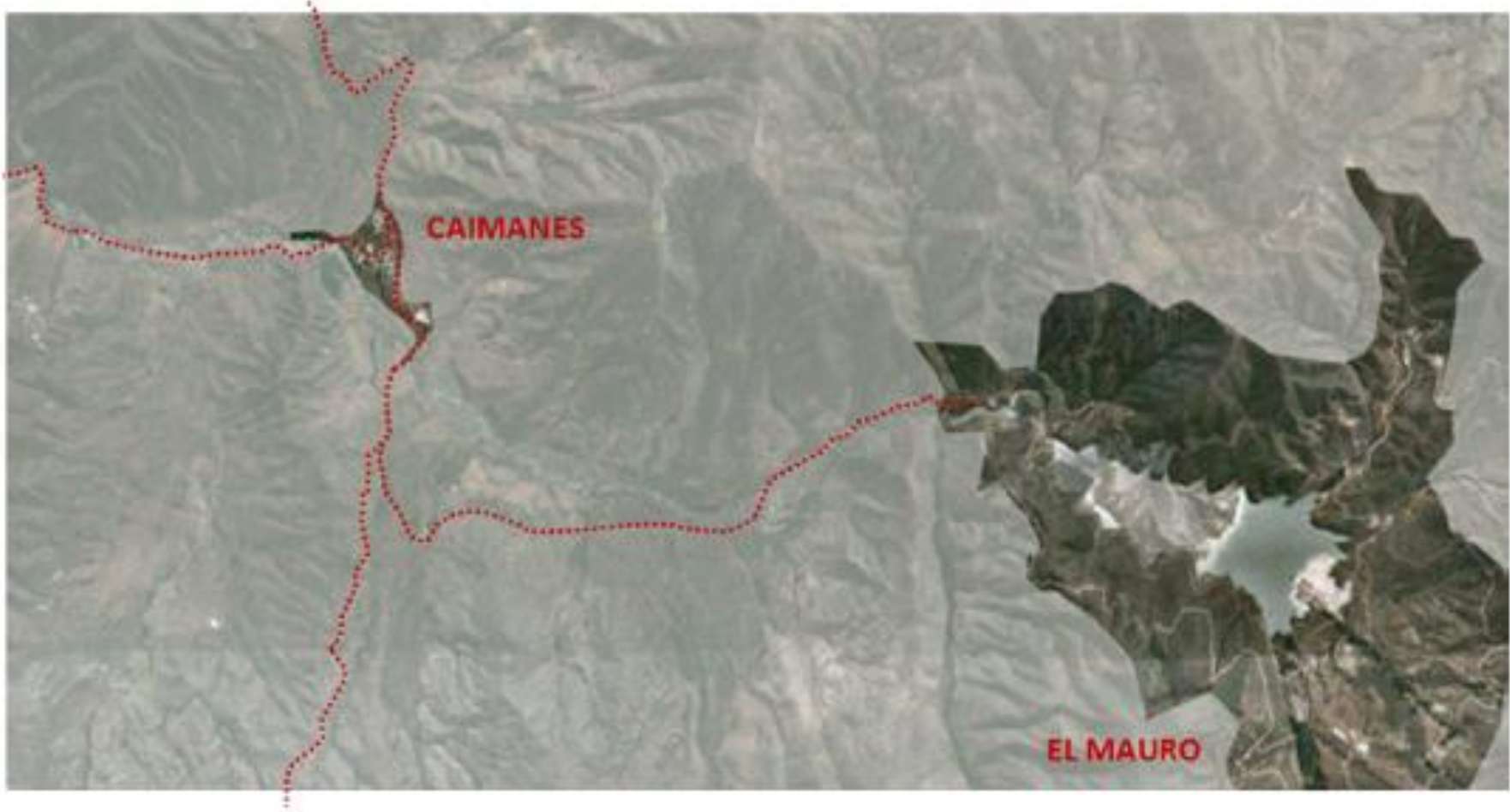
Provincia del Elqui

Provincia del Limarí

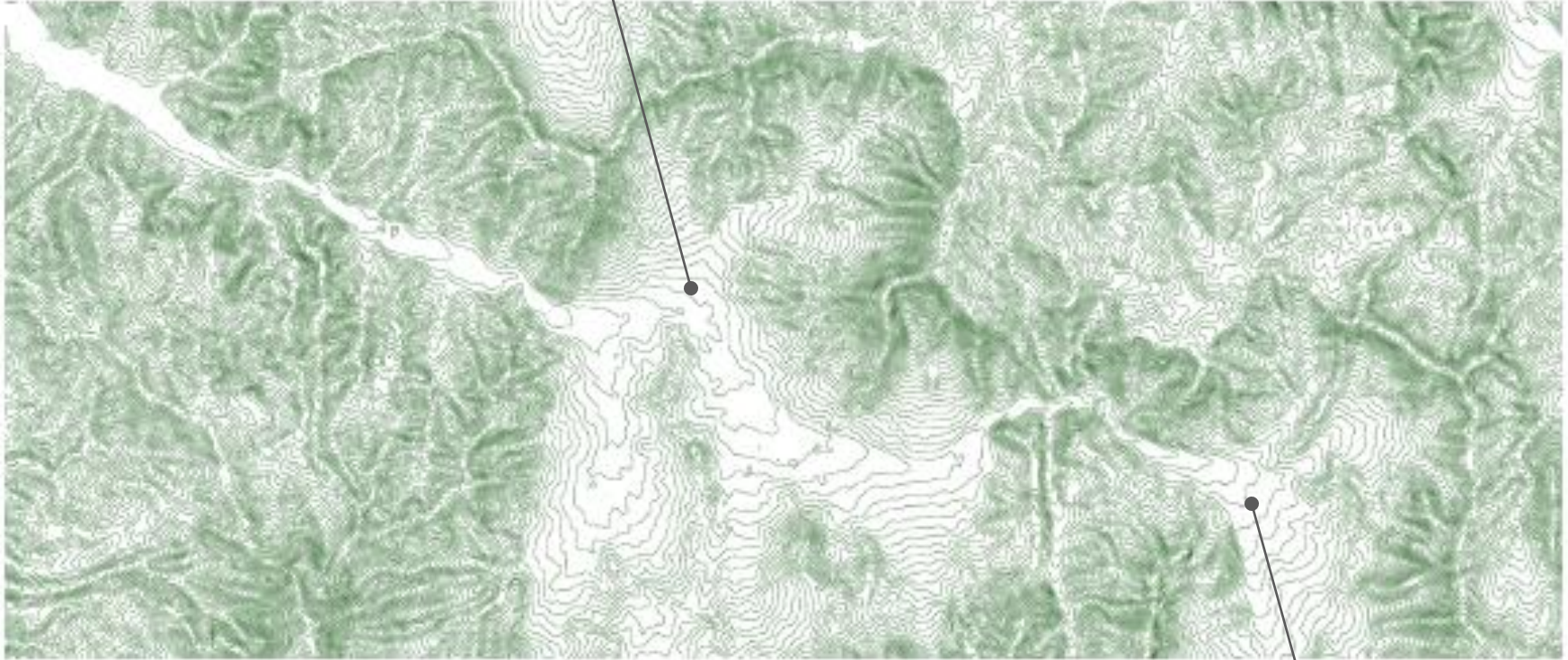
Provincia del Choapa





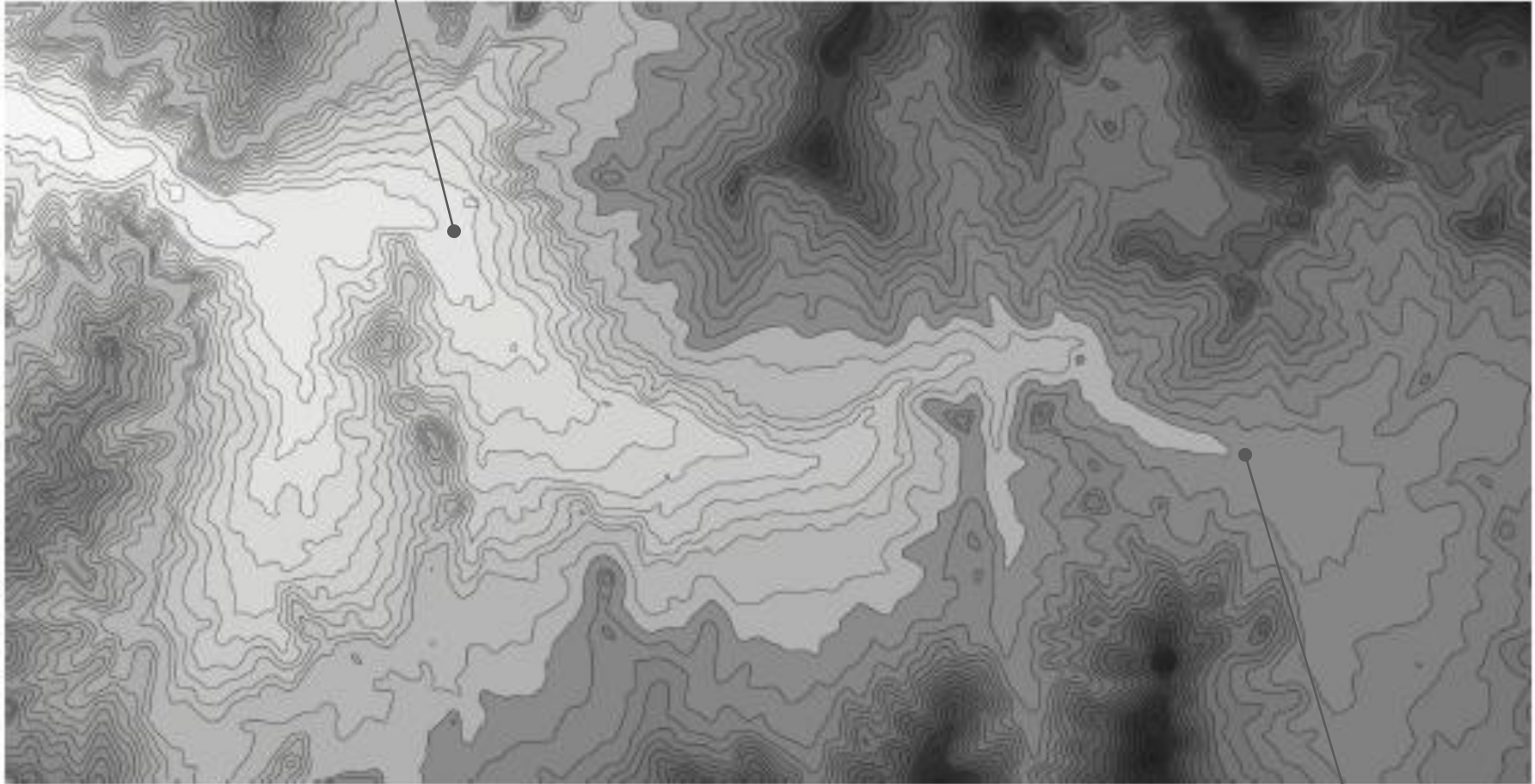


*CAIMANES*



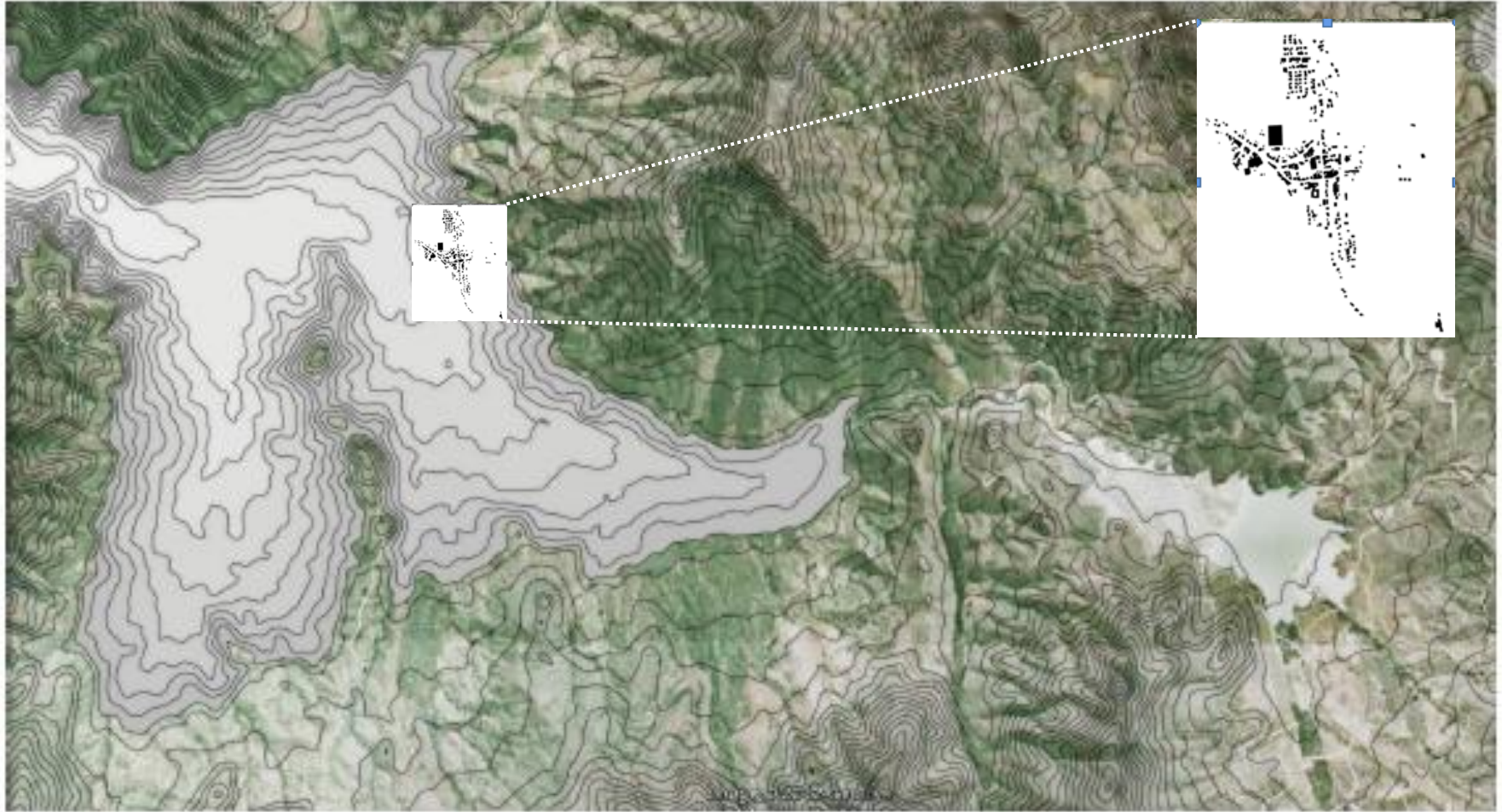
*TRANQUE DE RELAVES EL MAURO*

*CAIMANES*



*TRANQUE DE RELAVES EL MAURO*





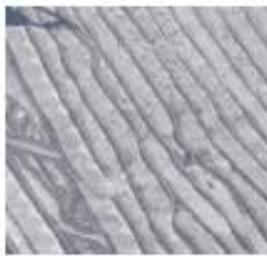




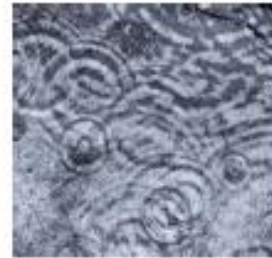
# MATERIALS

---

PROYECTO DE TÍTULO // TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE







# CONCEPT

---

PROYECTO DE TÍTULO // TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE





JERARQUIA



CERRAMIENTO



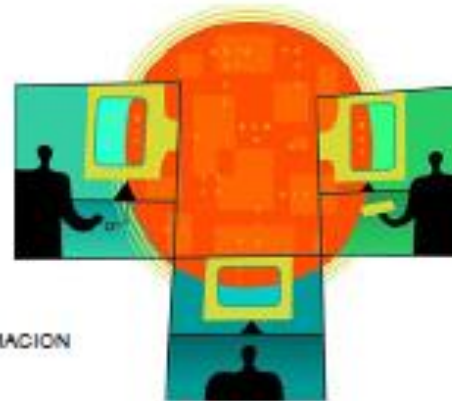
CONEXION

SECUENCIA



TESTIMONIO

SIGNIFICADO



COOPERACION

INFORMACION

TEMPORALIDAD



COORDINACION



RESISTENCIA

PROCESOS



EMERGENCIA

HUELLA

NEXO



ORIENTACION

PARTICIPACION

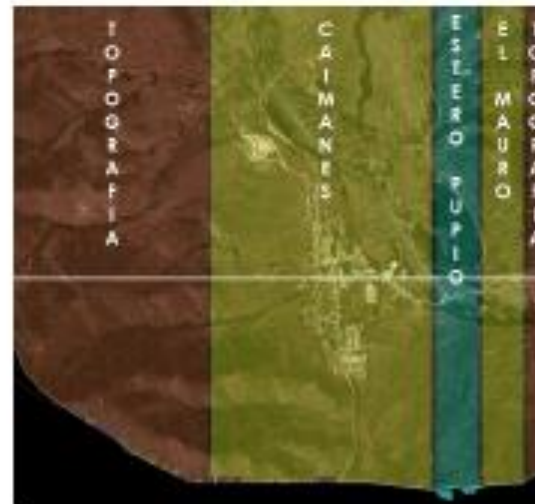


ACTIVACION



OPORTUNIDAD

VINCULO



TERRITORIALIDAD

HOMOGENEIDAD



ORDEN



PENDIENTE

CAPAS



IDENTIDAD



ENTORNO



LOCALIZACION



REHABILITACION  
SOCIAL



RELIEVE

RECORRIDO



PARTICULARIDAD

REHABILITACION  
AMBIENTAL

MITIGACION



POSICIONAMIENTO



RELACIONES

APERTURAS

ECONOMIA



REGISTRO

VISUALES



VINCULOS





CONTENCION



LIMITES



CONCILIACION

INTEGRACION



SISTEMAS

TEJIDO

REDES

INNOVACION

INVESTIGACION



VEGETACION



CAPITAL HUMANO



EMPLEO

RECURSOS

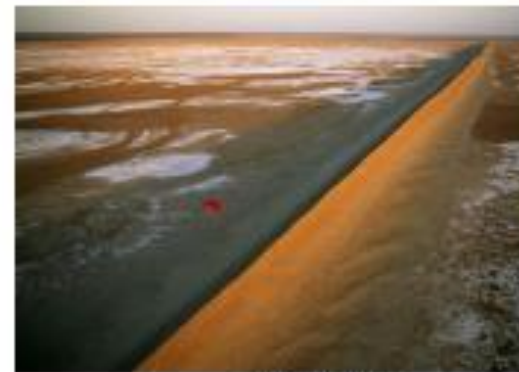


AGUA



APROPIACION

PROPIEDAD



REFERENCIAS

INSERCIÓN



LUGARIDAD



PROYECCION



FLUJOS

INFORMACION



DESCUBRIR

CONTEMPLACION

LEGADO



RECONOCER

ENERGIA



CONTEMPLACION



DIRECCIONALIDAD



RASTROS



GEOMETRIA

CONTRASTES

PATRIMONIO



VESTIGIOS

PARTICIPACION



RECUPERACION

FUGA

INCLUSION

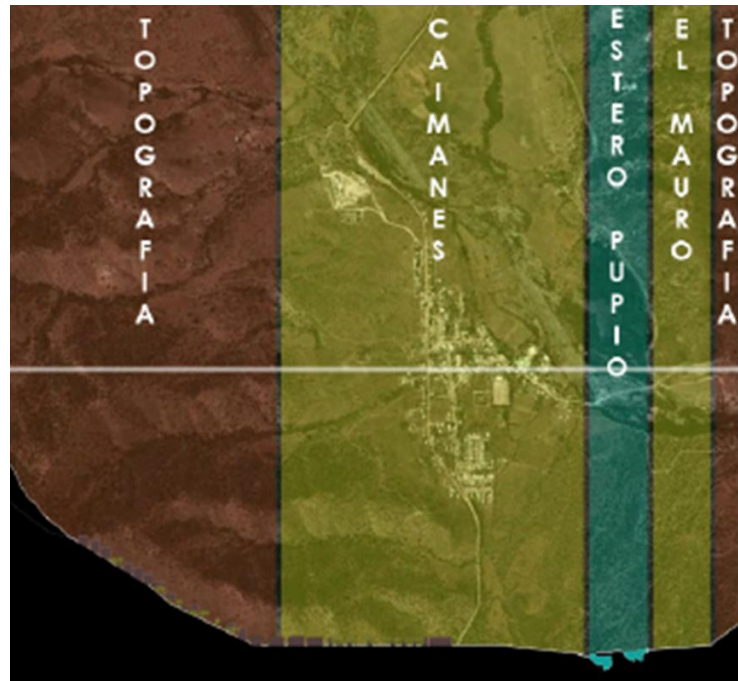
TRANSFERENCIA



EXTENSION







*Capas de información*

*Figura 1.0*

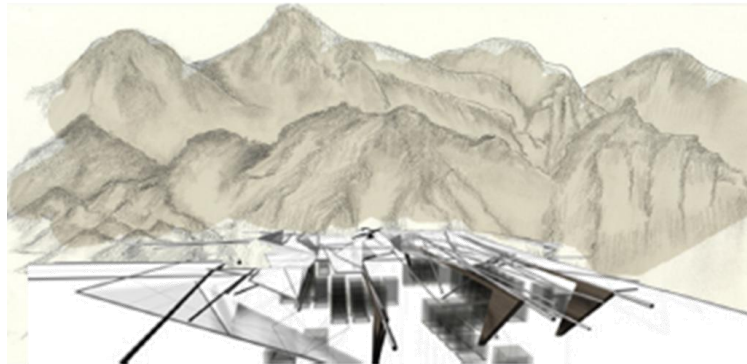
*(Las cosas del relieve desermnan la localización de los elementos funcionales)*



*Relaciones visuales*

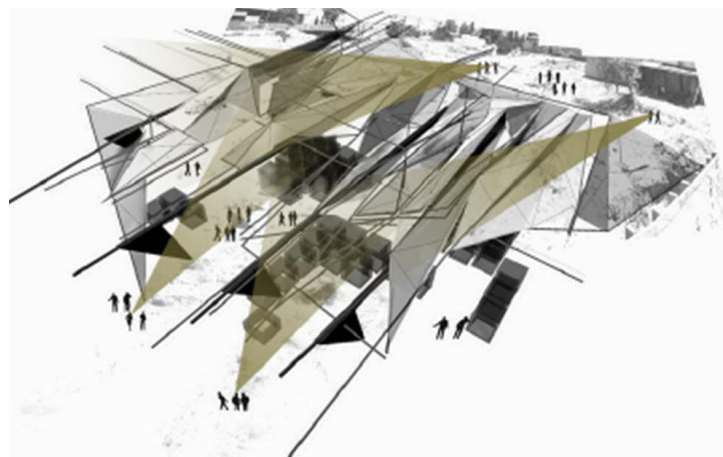
*Figura 2.0*

*(Orientación y relación del habitante con el paisaje, a través de la observación)*



*Relaciones visuales*

*Figura 2.1*  
*(Contensión visual producto de la topografía)*



*Relaciones visuales*

*Figura 2.2*

*(Vinculos visuales entre los componentes de la identidad de la comunidad)*



*Ordenamiento*

*Figura 3.0*

*(Establecer relaciones visuales que ordenen la secuencia espacial)*



*Ordenamiento*

*Figura 3.1*

*(Definir parámetros y elementos de ordenamiento territorial)*



*Transformación del paisaje*

*Figura 4.0*

*(Topografía como soporte de actividades productivas y económicas)*



*Transformación del paisaje*

*Figura 4.1*

*(Vínculo entre habitantes, territorio y arquitectura, soporte de actividades)*

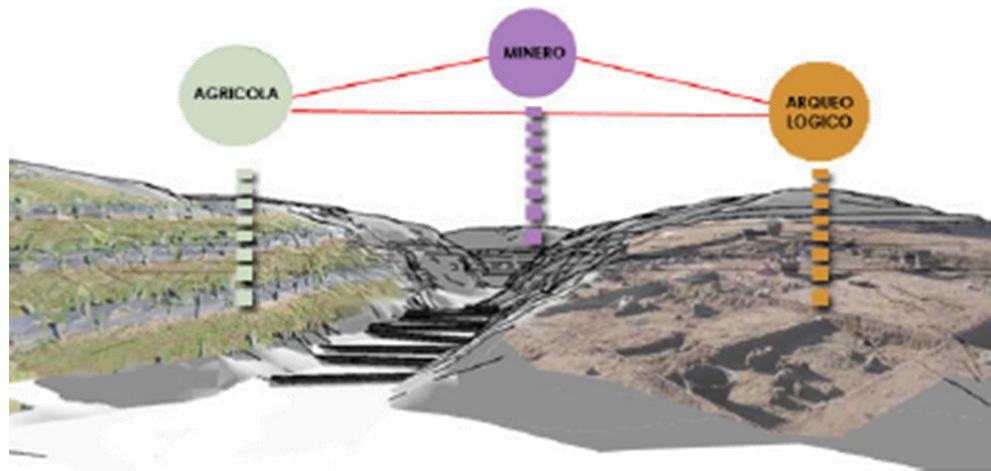




*Transformación del paisaje*

*Figura 4.2*

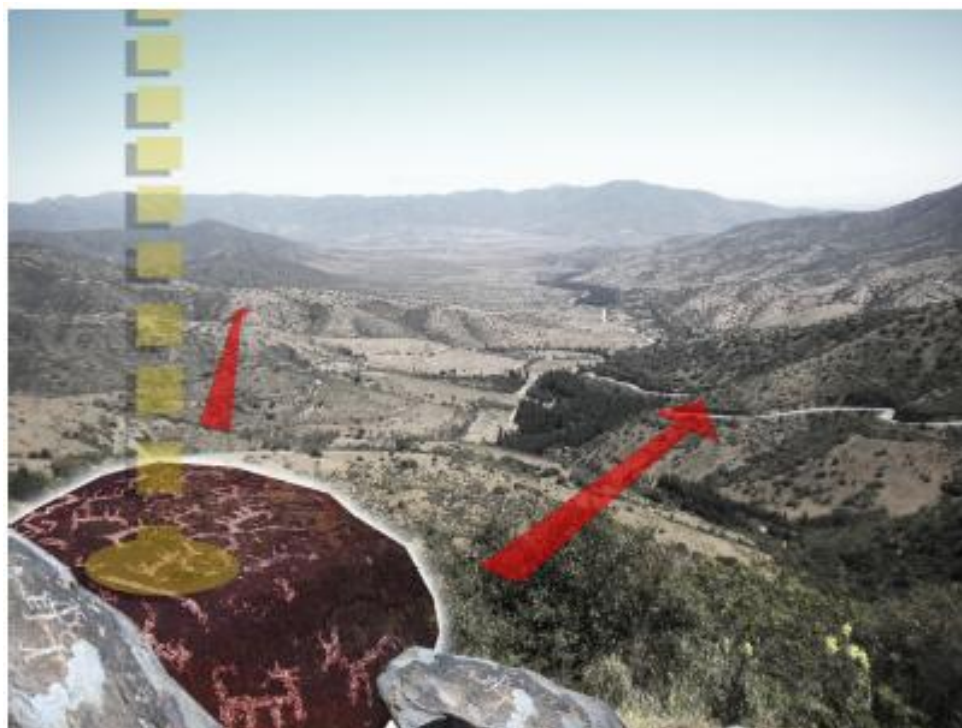
*(Relación estrecha entre habitante, lugar e identidad)*



*Identidad*

*Figura 5.0*

*(Reinterpretación de los elementos característicos: minero, agrícola y arqueológico)*



*Identidad*

*Figura 5.1*

*(Observación espacial, relaciones territoriales)*



*Rehabilitación social*

*Figura 6.0*

*(Fortalecer los vínculos y el tejido social de la comunidad)*



*Rehabilitación Económico-Ambiental*

*Figura 7.0*

*(Generar soporte de actividades económicas y ecológicas)*

# PROGRAM

---

PROYECTO DE TÍTULO // TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE



Cazadores recolectores, el ser humano aún es nómada y se desplaza para conseguir alimentos y recursos, esta situación cambia

cuando el hombre se hace sedentario y se establece, surgiendo los primeros asentamientos humanos en torno al sexto milenio a.C.

gracias a eso y con el dominio de la agricultura, la civilización humana comienza a manipular el territorio y definir

usos de suelo, para llevar a cabo estas actividades era necesario un determinado desarrollo tecnológico y herramientas

asociadas, lo cual junto a la domesticación de los animales les permitió alcanzar un alto desarrollo en todas las civilizaciones humanas.



Grandes civilizaciones como la Romana o la Egipcia tenían dentro de su economía a la agricultura.

Durante el neolítico se desarrollaron las primeras herramientas, rudimentarias, las cuales han ido evolucionando.

La localización de las primeras civilizaciones tuvo directa relación con la existencia de ríos

, los cuales garantizaban la supervivencia del grupo asentado.

Con el paso de los años, la tecnología se ha ido perfeccionando, reemplazando la tracción animal por maquinaria más eficiente.



Algunas civilizaciones, como la azteca, se han tenido que adaptar al medio geográfico, como es el caso de las chinampas.

Con el aumento demográfico, las superficies cultivables se han incrementado, pero al mismo tiempo, el suelo urbano también.

la agricultura también se ha desarrollado en distintos tipos de relieves y climas, llegando a

especializarse, como lo han hecho los chinos y sus cultivos de arroz, o bien como los holandeses

y sus coloridos predios florales, jugando cromáticamente con la composición del paisaje.



La mina más antigua conocida en los registros arqueológicos es Lion Cave (Cueva del León), en Suazilandia.

En ese lugar, datado hace 43.000 años, los hombres del Paleolítico excavaban en busca del mineral compuesto de hierro, la hematita,

Se trabajó en la exploración de minerales por todo el mundo sobre y bajo y al superficie de la Tierra.

En Chile se encuentra Chuquibambilla, la mina a tajo abierto más grande del mundo, desde la cual se extrae cobre principalmente.

La constante demanda de metales y minerales, transforma a la minería en un sector económico bastante rentable.



El desarrollo de la gran minería ha sido acompañado por una evolución técnica y de maquinarias y equipos

, los cuales optimizan los tiempos y minimizan los riesgos en las faenas de extracción.

Minería en Chile durante la Colonia.

Minería en Chile durante el siglo XVI.

En Chile ha existido desarrollo minero en toda su extensión territorial, en el caso de Lota la extracción se centraba en el carbón.



Las minas subterráneas representaban un gran riesgo para los mineros, principalmente derrumbes e intoxicación con gases tóxicos.

Otra época gloriosa en la minería nacional fue la que surgió con la extracción de salitre en el norte del país, donde aún hay vestigios de las oficinas salitreras.

El gran número de faenas mineras en el país hizo necesario la implementación de asentamientos mineros, como

Sewell, una ciudad minera ubicada en la sexta región.

En Salamanca, cercana a Cañmanes se emplaza la Minera Los Pelambres, cuyo Tranque de relaves ha afectado el entorno.





Los petroglifos son diseños simbólicos grabados en rocas, realizados desbastando la capa superficial.

Muchos fueron hechos por nuestros antepasados prehistóricos del periodo neolítico. Son el más cercano antecedente de los

símbolos previos a la escritura. Su uso como forma de comunicación se data hacia el 10.000 a. C.

y puede llegar hasta los tiempos modernos en algunas culturas y lugares.

La palabra proviene de los términos griegos: *petros* (piedra) y *glyphein* (tallar).



En su origen, fue acuñada en francés como *pétrglyphe*.

Los petroglifos más antiguos datan del Paleolítico Superior o del Neolítico.

Más adelante, hace alrededor de 7000 ó 9000 años comenzaron a aparecer

sistemas de escritura como las pictografías y los ideogramas. Los petroglifos

siguieron siendo muy comunes y algunas sociedades menos avanzadas continuaron



utilizándolos durante milenios, incluso hasta el momento de entrar en contacto con la cultura occidental.

Se han encontrado en todos los continentes, exceptuando la Antártida, aunque

se concentran especialmente en zonas de Suramérica, África, Escandinavia, Siberia, el suroeste de Norteamérica y Australia.

Al interior del fundo El Mauro también se han encontrado este tipo de piezas arqueológicas, pero han sido los dueños

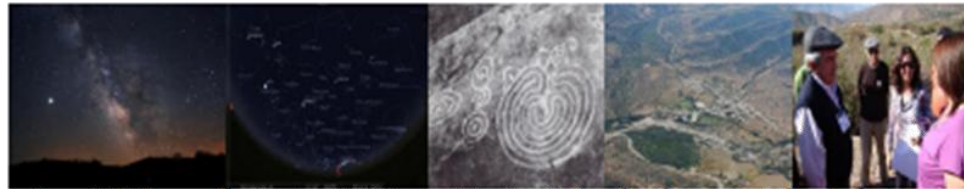
de la Minera Los Pelambres quienes se han encargado de su administración.



Así es como programáticamente al sintetizar los tres elementos que componen la identidad de Casmates, a través de procesos arquitectónicos, podemos configurar un nuevo territorio que unifique la identidad arqueológica, la identidad minera y la identidad agrícola, mediante la bio-remediación, una mejor conexión física y visual que integre el territorio, junto a oportunidades laborales, técnicas, sociales y ambientales que permitan detener y disminuir el daño producido por



por la escasez de agua del esero Papío, reactivando la economía local, la actividad agrícola y rehabilitando las relaciones sociales. La idea consiste en segmentar el programa en tres bloques, uno orientado al ámbito social, otro al productivo y otro al ámbito técnico-investigativo, mediante el cual se genera una secuencia en el recorrido que unifica las tres instancias a través de relaciones espaciales y visuales que integran



las actividades productivas y sociales. Lo que permitiría consolidar a la comunidad y resomar sus funciones agrícolas permitiendo las operaciones de las faenas mineras, aunque minimizando los riesgos cada vez más, hasta que al cierre de las faenas mineras se pueda biorremediar y consolidar el suelo como era inicialmente. Logrando que resurja el eje productivo similar al existente en torno al Valle del Choapa.



# PROJECT

PROYECTO DE TITULO // TALLER EMILIO MARÍN // FAU // UNIVERSIDAD DE CHILE

---

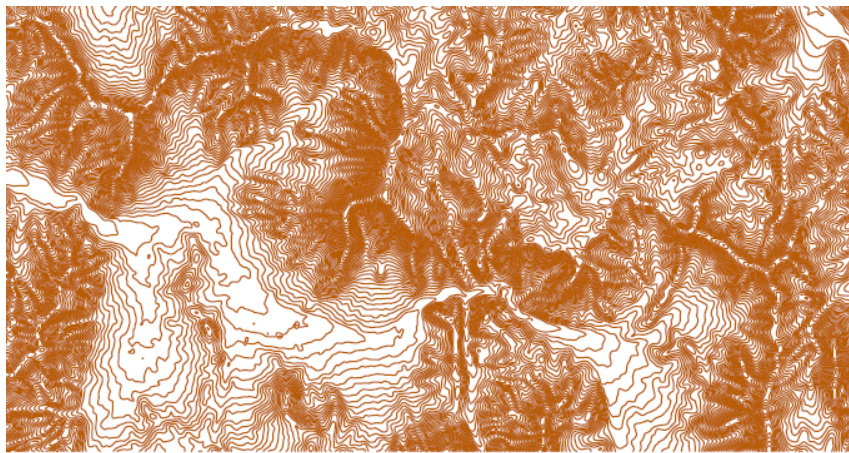
La estructura de Caimanes territorialmente consiste en un conjunto de **elementos dispersos** de agrupación aislada en torno a dos ejes principales que se conforman a partir de la prolongación de las vías de acceso desde Los Vilos (desde el poniente) y desde Salamanca (al norte), los cuales no poseen un remate de orden ni de jerarquía. Los espacios públicos se conforman sin jerarquía: son la cancha de fútbol (Estadio Santa Teresa), donde juega el equipo local y un predio adyacente a la cancha dispuesto como zona de camping. La plaza de Caimanes tiene una forma trapezoidal terminada en punta de diamante, de pequeñas dimensiones y protegida con una reja perimetral.



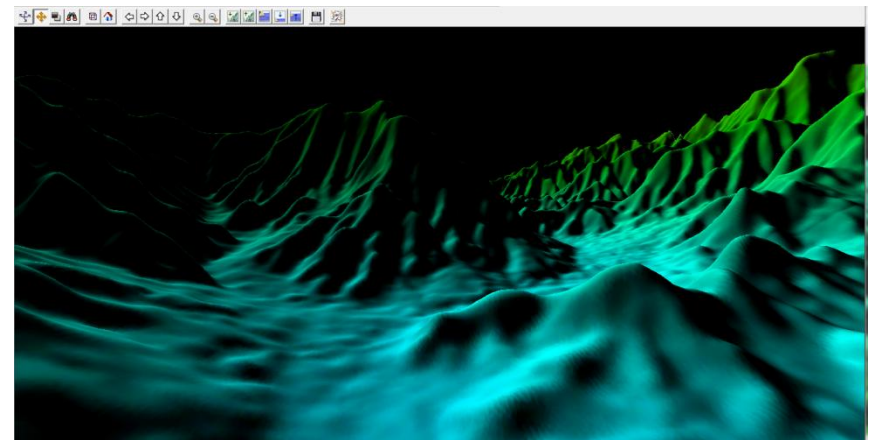
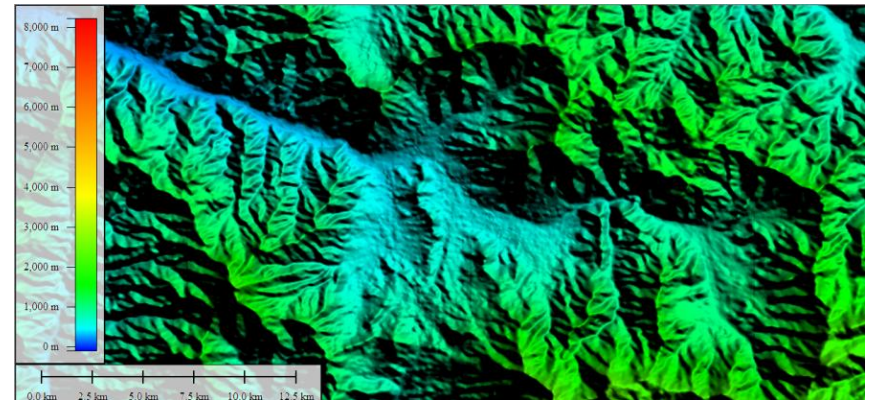
En esta plaza hay gamas de texturas y colores además de vegetación típica de la zona.



La percepción espacial del valle del Pupío, se marca con la sinuosidad del recorrido que genera la topografía, generando contención visual multidireccional y desorientación debido a la ausencia de elementos referenciales.

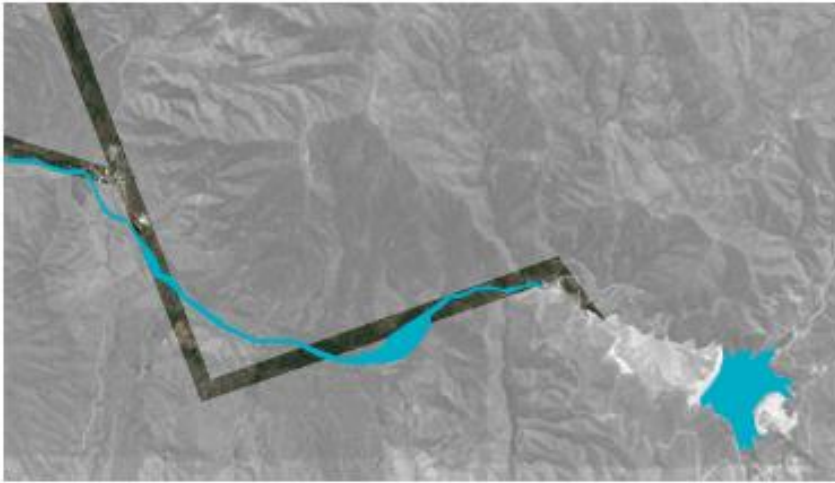


Fotografías: Elaboración propia; Planos: Elaboración propia en software Global Mapper

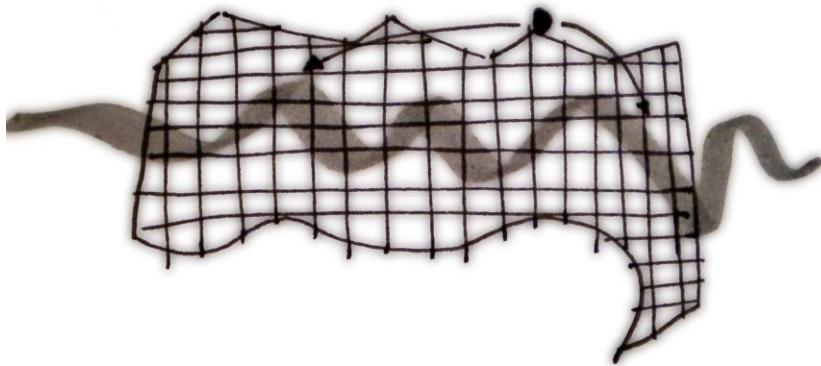


Imágenes: Elaboración propia en software Global Mapper

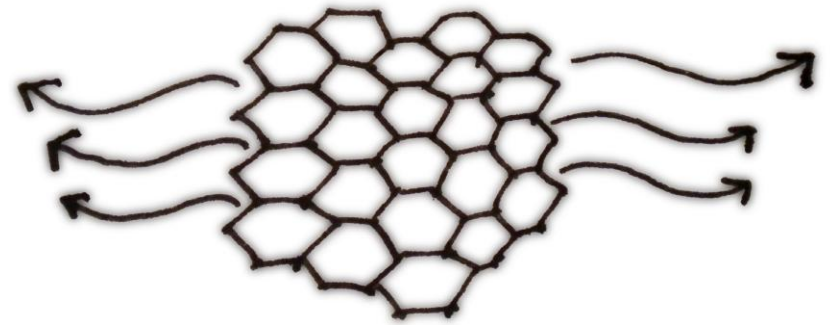




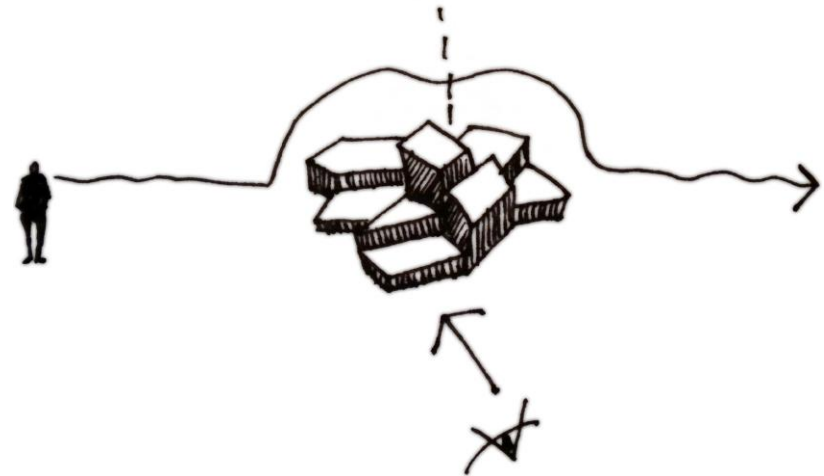
Generar ejes de referencia, ordenamiento territorial y conexión visual.



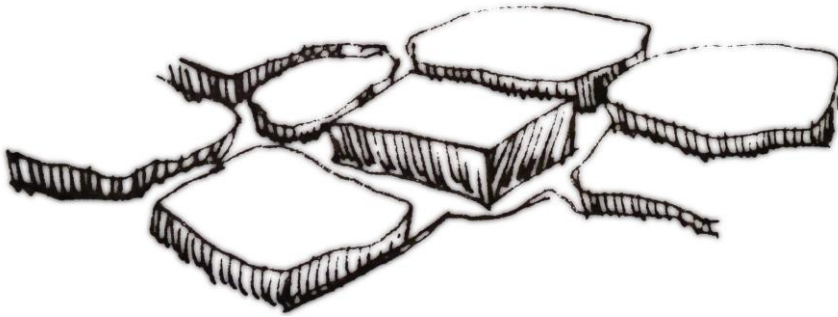
Generar Procesos dentro de un tejido productivo inserto en la topografía y considerando los recursos disponibles.



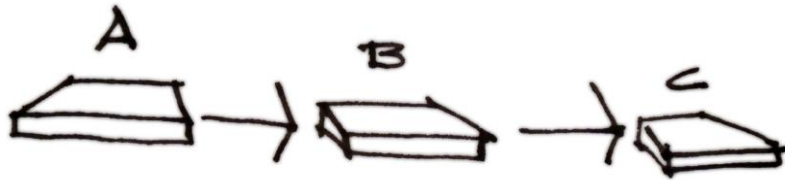
Reinterpretación de la morfología de elementos dispersos de las viviendas de Caimanes en elementos constitutivos de un proceso amplio e interrelacionado de transferencia tecnológica.



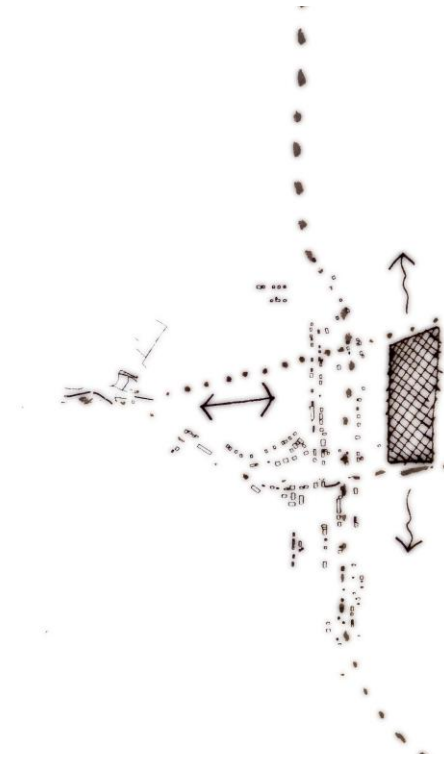
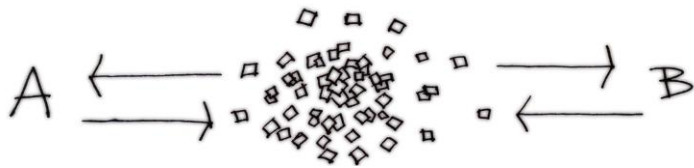
Conexión visual del usuario con el entorno y con la arquitectura a través del recorrido.



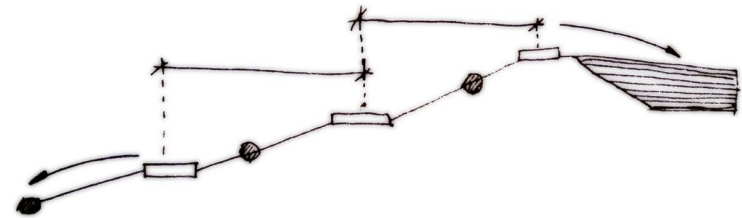
Dispersión de los recintos en función del ordenamiento del programa y las aperturas visuales en cada secuencia.



Ordenamiento de las distintas etapas y procesos productivos.



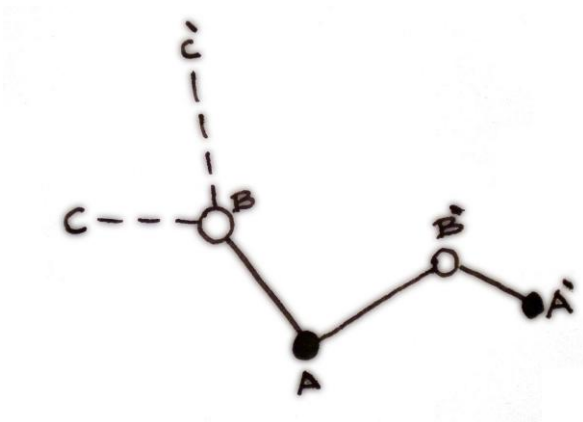
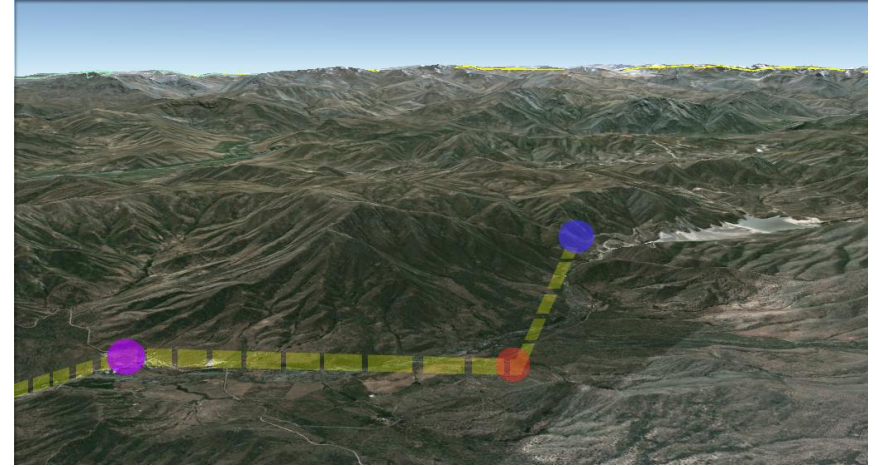
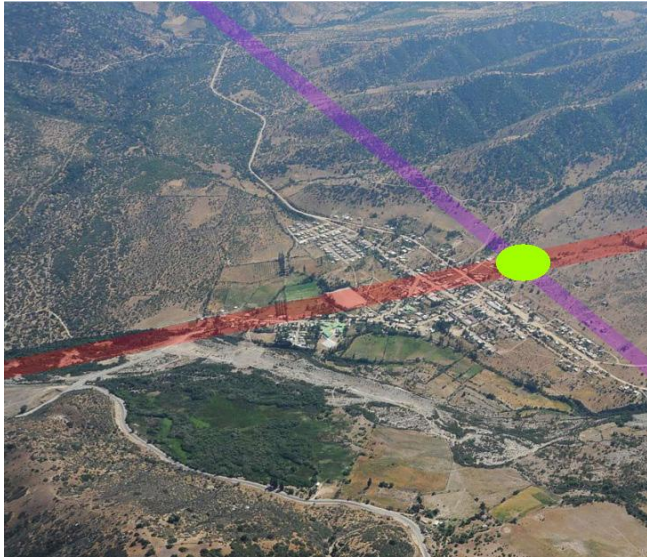
Generación de Nodos de actividades como elementos referenciales y ordenadores del recorrido.



Cada nodo apunta a resolver un problema específico:

- Regeneración del tejido social.
- Rehabilitación de actividades productivas e investigativas.
- Rehabilitación ambiental.





Conexión de nodos en la conformación de un sistema de transferencia que apunta a resolver la problemática detectada en Caímanes.





# Proyecto

- 3.1 Concepto
- 3.2 Esquemas
- 3.3 Programa
- 3.4 Referentes

## 3.1 Concepto

Dentro del marco de la situación ambiental en que se encuentra actualmente la comunidad de Caimanes, y los futuros pronósticos de crecimiento y desarrollo que se esperan, cabe la pregunta: ¿Cómo aportar, desde el ordenamiento espacial, y específicamente, con un proyecto de arquitectura, a la recuperación de ambientes degradados por la acción del hombre y a la reconversión de estos mismos en focos de desarrollo para la población? La pregunta abre la discusión en torno a nuevas estrategias de operación en el territorio y conlleva la responsabilidad de abordar las problemáticas de la ciudad y el medio ambiente a través de una mirada integradora y sistemática, capaz de enfrentar los desafíos que la gestión ambiental implica y ser capaz de llevarla a cabo mediante procesos de desarrollo sostenible.

Para poder dar solución a los problemas identificados es necesario generar un proyecto cuyas características implica grandes esfuerzos de estudio, gestión y sistematización de la intervención a realizar, debido a las múltiples dimensiones que involucra un terreno tan vulnerable y con tanto potencial. Es por ello que se proponen tres ejes claves de acción para estructurar una intervención a largo plazo, que implique la recuperación ambiental definitiva del terreno y se convierte en un foco de desarrollo para nuevas sinergias urbanas y de gestión ambiental y energética.

Los ejes que estructuran la propuesta son:

- Rehabilitación ambiental del terreno: implica reducir y mitigar

paulatinamente los riesgos ambientales presentes en el terreno, para finalmente llegar a recuperarlo definitivamente.

- **Regeneración social:** se propone ocupar el potencial que posee la comunidad y su fuerte vínculo, y dotarlos de nuevas herramientas que pongan en valor su condición de identidad característica (agrícola, minera y arqueológica) y que permitan el contacto directo con el territorio.
- **Investigación y educación productivo-ambiental:** se considera como uso potencial del terreno incorporar actividades de investigación científica y educación productiva-ambiental, con el fin de mostrar a la sociedad la responsabilidad y capacidad que se tiene de rehabilitar estos espacios degradados y seguir desarrollando investigaciones en estas materias, pudiendo incluso autoabastecerse energéticamente y transformar la actividad agrícola en un recurso rentable económicamente para la comunidad. Todo lo anterior buscando la sustentabilidad social, urbana, económica y energética

Para desarrollar la propuesta de arquitectura lo primero es definir los objetivos y las etapas en las cuales se debe desarrollar el proyecto para obtener esos objetivos planteados. Por lo tanto el primer paso es elaborar un Plan Maestro, que incorpora las variables involucradas, objetivos esperados, tiempo requerido para implementar la propuesta y la relación con el resto de las etapas del proyecto global.

Objetivos, el proyecto global busca abarcar dentro de la propuesta la resolución de conflictos que giran en torno a:

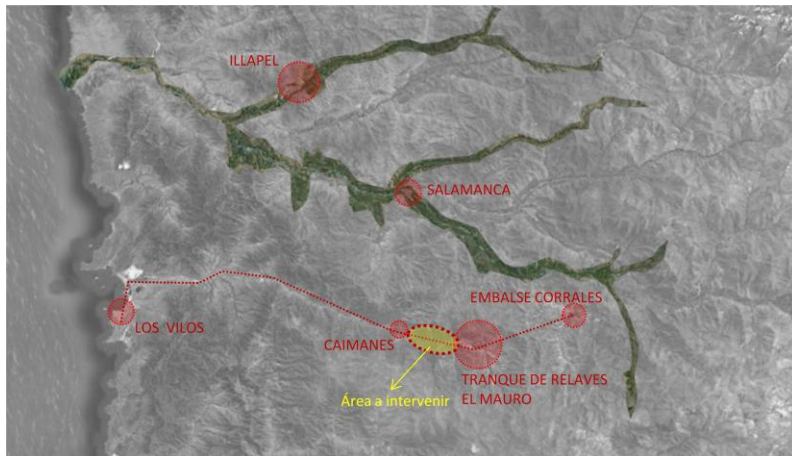
- Reforzar el tejido social y las confianzas entre los comuneros (la cual se fragilizó a raíz del problema del tranque).

- Generar actividades productivas e investigativas en la zona con inclusión social a través de capacitaciones.
- Mitigar el impacto negativo de la actividad minera y reconvertirlo en una oportunidad de beneficio mutuo.
- Generar innovación en materia energética y tecnológica.
- Generar un ambiente de conciliación entre el ámbito privado, público e institucional.
- Minimizar el impacto en el territorio.
- Utilizar parte de la infraestructura existente.

Teniendo en consideración estos preceptos, la siguiente decisión fue definir las variables arquitectónicas consideradas en el partido general de la propuesta:

- Definir elementos de ordenamiento y referencia.
- Dotar de espacio público de calidad como elementos jerárquicos de reunión social.
- Generar una secuencia de usos y de relaciones programáticas.
- Relacionar las relaciones programáticas con los recorridos físicos y visuales, en función de los procesos.
- Utilizar los recursos naturales de la zona en la propuesta.
- Considerar accesibilidad y conexiones entre las partes.
- Usar un lenguaje arquitectónico relacionado con la problemática o con los procesos involucrados en la propuesta.

La idea del Plan Maestro es generar un eje de desarrollo y de actividades productivas similares a las generadas en los valles de Illapel y Salamanca, actualmente truncado en Caimanes debido al bloqueo de los sistemas naturales de riego de la zona.



Para desarrollar la idea del Plan Maestro planteo 5 etapas de intervención. La primera etapa consiste en consolidar el área residencial de Caimanes, dotándolo de un programa que fomenta la participación social y que se enlaza con la segunda etapa, el programa proyectado para esta etapa consiste:

- Centro Comunitario (asambleas y eventos culturales de los comuneros).
- Escuela de formación Técnico-Agrícola para estudiantes secundarios.
- Centro de Capacitación para adultos.
- Guardería infantil.
- Nueva Plaza de Armas de Caimanes.
- Viviendas temporales para investigadores.

La segunda etapa se enfoca en el inicio de los procesos investigativos, productivos y de rehabilitación ambiental. En esta segunda etapa es donde se pretende realizar la transferencia tecnológica con el sector minero. Contempla la generación del siguiente programa:

- Laboratorios de Investigación y Desarrollo.
- Laboratorios de generación de energías no convencionales.
- Laboratorios de prototipos.
- Centro de visitantes.
- Centro de capacitación.
- Área de administración y transferencia tecnológica.

La tercera etapa está ligada a la mitigación de la externalidades negativas generadas en el Tranque de Relaves, utilizando el desarrollo tecnológico transferido de la segunda etapa en esta etapa se plantea el siguiente programa, el cual se plantea como recintos versátiles y factibles de modificar a futuro:

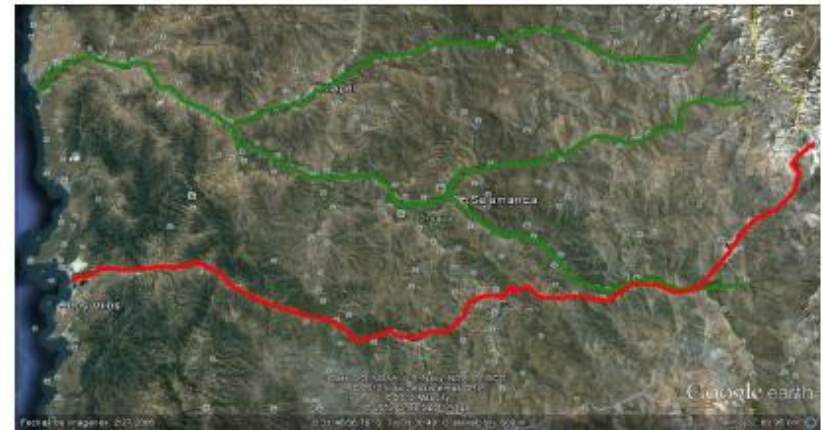
- Laboratorios de filtración y purificación de aguas claras de relaves.
- Centro de captación y manipulación de metales pesados.
- Laboratorios de investigación y captación de relaves mineros inocuos para la generación de elementos constructivos (albañilería, baldosas, etc.)
- Centro de captación de metales convencionales (cobre, oro, etc.)
- Cámaras decantadoras de áridos y generación de agua para riego.

La etapa 4 consiste en la consolidación de la etapa 2, donde a través de estrategias de negocios se pueda generar la actividad productiva agrícola intensiva para comercializar a otros destinos, del mismo modo se plantea definir un tipo de energía propicio para autoabastecer los edificios generados e incluso los edificios de la comunidad de Caimanes, el programa propuesto sería un complemento a los generados en la etapa 2:

- Packing de Tunas y derivados.
- Centro de distribución.
- Centro de generación de energía(biogás).

La quinta y última etapa se plantea como el remate definitivo del proyecto, el cual tras el cierre de las faenas mineras (contemplado dentro de 30 años más) y la finalización de los trabajos de tratamientos de relaves mineros dan cabida a la fitorremediación y a la reforestación del terreno que era usado como tranque de relaves. Una vez que se reforeste se plantea generar un circuito turístico cultural que conecta el eje de Caimanes con el Embalse Corrales, pudiendo conformar un Parque Nacional "El Mauro", reconvirtiendo la edificación existente en el tranque en infraestructura hotelera y de protección a la flora y fauna nativas. El programa planteado para etapa final, proyectada a 50 años contempla en siguiente programa.

- Centro de información turística.
- Oficina de Conaf y Sernatur.
- Hoteles y refugios para mochileros.
- Estaciones miradores.



Con estas intervenciones pretendo revitalizar y consolidar el eje del Valle del Pupío y extinguir el riesgo que existe actualmente .



- Eje conexión Los Vilos - Caimanes.*
- Eje conexión Salamanca - Caimanes.*
- Eje conexión Valle Pupío - Tranque (Estero).*
- Eje conexión Muro contención - Tranque*

En la intersección de los ejes principales se generan los nodos donde se implementarán las etapas del Plan Maestro. En el nodo N°1 se desarrollará la Etapa 1, en el nodo N°2 se desarrollarán las Etapas 2 y 4, por las propiedades morfológicas y topográficas, en el nodo N°3 se desarrollarán las Etapas 4 y 5.

La idea que subyace a la ordenación paisajística y la arquitectura que acogerá las instalaciones del CITT se fundamenta en la relación de los atributos geográficos propios del emplazamiento y la interacción con las actividades que se generan.

Se considera como idea fuerza la potencia geométrica de la línea en el territorio (a través de los ejes y nodos), capaz de dialogar con lo existente a través de los recorridos físicos, visuales y perceptuales, estableciendo relaciones tanto con la sinuosidad de las formas de la topografía, como con las plataformas y estructuras del paisaje construido.

La línea como elemento que recorre, enlaza y conecta el territorio, potencia su abstracción geométrica del orden natural existente y es capaz de establecer nuevas formas de aproximación a los procesos productivos y al paisaje.

Para concretar lo anterior el proyecto se decanta en el desarrollo de una de las etapas constituyentes en el Plan Maestro, dejando planteada la solución de las otras 4. La etapa escogida para desarrollar en detalle en el presente proyecto es la Etapa N°2, principalmente porque técnicamente es la que aborda de manera más directa la solución para remediar un eventual desastre natural y que además incorpora las variables ligadas a la identidad de la comunidad de Caimanes.

Conceptualmente se trabaja la identidad Agrícola a través de un nuevo impulso de carácter adaptativo a las nuevas condiciones ambientales de **sequía**, mediante la implementación de la agricultura de secano, como un proceso de transformación y adaptación a condiciones adversas.

Para el caso de la identidad minera, se trabaja conceptualmente a través de la **transformación** de sus derivados de ser un aspecto negativo a ser una oportunidad de desarrollo, manteniendo la actividad e intensidad actual.

Para el caso de la identidad Arqueológica, conceptualmente se reinterpretará en la condición de **relaciones visuales**, de transformar los vestigios de petroglifos en la consecuencia del dibujo de lo que alguna vez fue registrado mediante la observación, de una mirada que da cuenta de un lugar en el tiempo y en el espacio.

Conceptualmente se trabajará la cohesión social con un lenguaje de regeneración y de participación, de la simbiosis que se genera con el trabajo conjunto de cada uno de los integrantes, un trabajo holístico que da cuenta de la participación de cada uno de los elementos en su individualidad dentro del resultado final, como un organismo donde cada **célula** permite realizar las funciones esenciales del *corpus*.



Ejemplo de la **observación** como elemento de la identidad cultural de Rapa Nui, donde las viviendas orientaban la única apertura hacia un elemento de conexión visual.

Situación actual de la imagen agrícola sumida en la **sequía** contrasta con la situación que existía previamente.

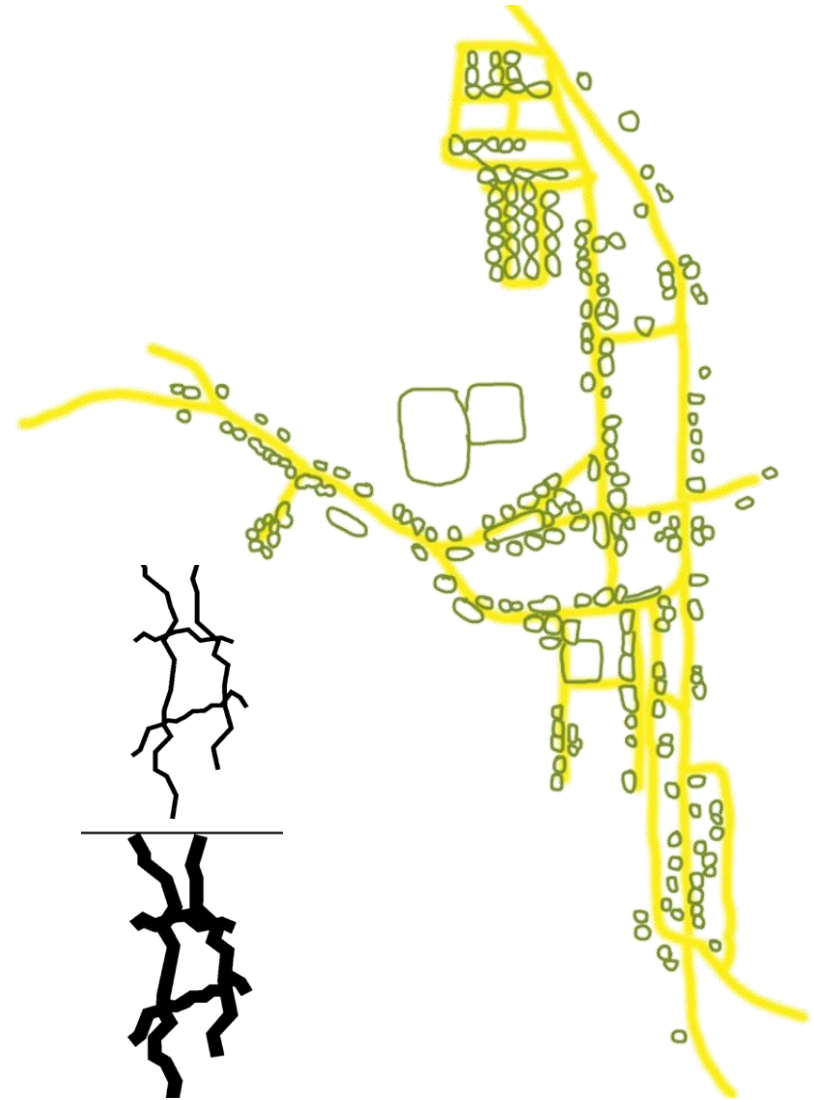


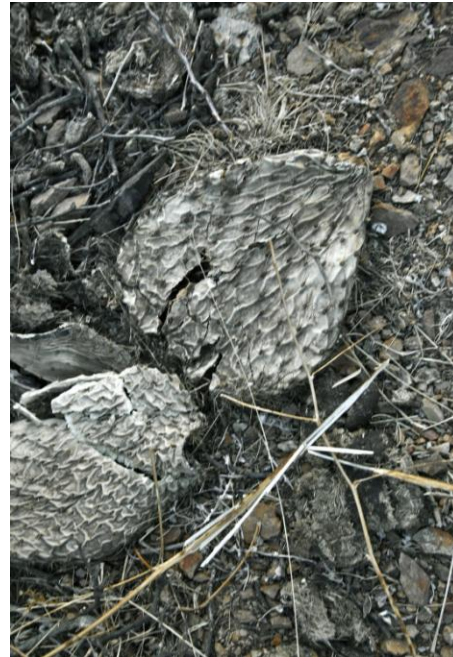
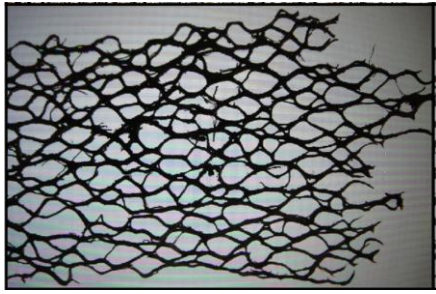


### 3.2 Esquemas



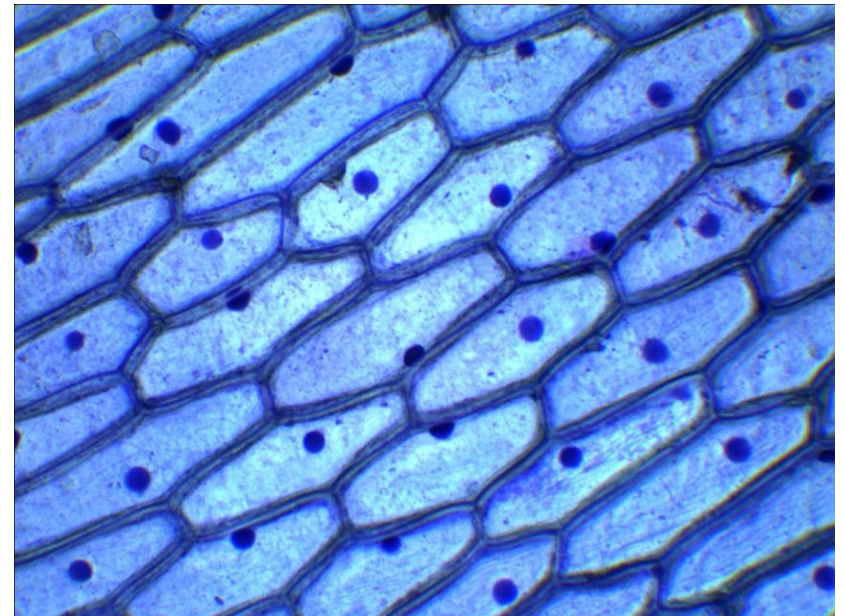
Tanto la trama urbana, como la composición de sus edificaciones transmiten la sensación de ser elementos de organización dispersa y geometría irregular, generando un lenguaje de tramas irregulares y orgánicas.



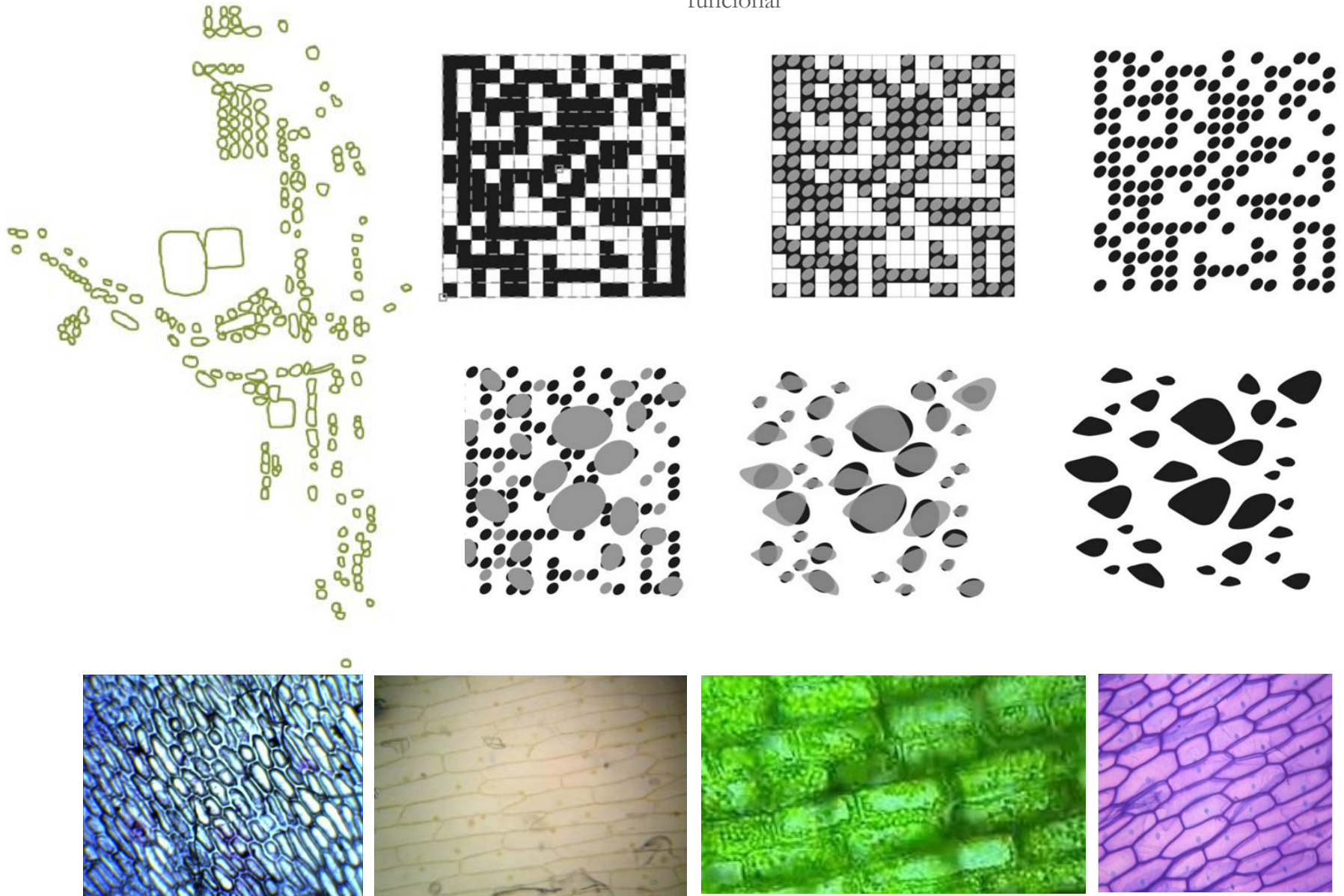


Cladodios de Nopal deshidratados, muestran similitud con la organización de los edificios en Caimanes, elementos individuales conformando una retícula sobre componentes dispersos pero funcionalmente forman parte del mismo sistema

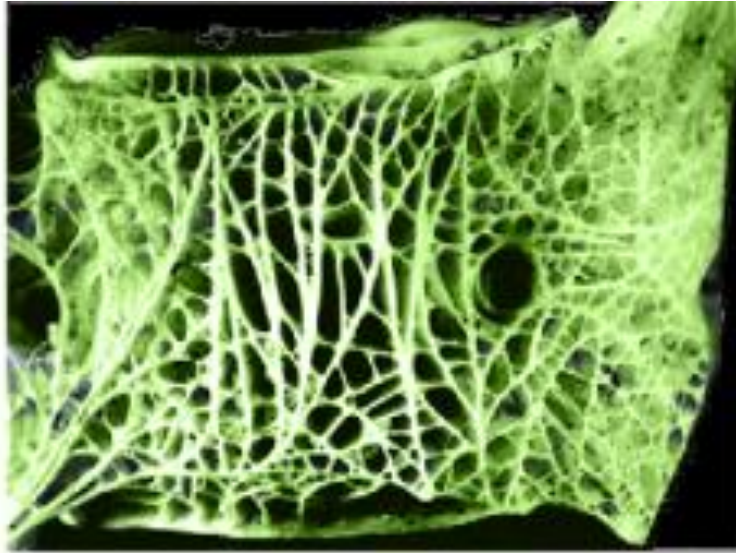
El apilamiento de los cladodios también poseen esta estructura similar a la célula vegetal, donde la singularidad de cada elemento se manifiesta en el resultado total del sistema.



Diagramas de elementos dispersos, siguiendo patrones de ordenamiento, de subconjuntos y de agrupación sistemática ó funcional

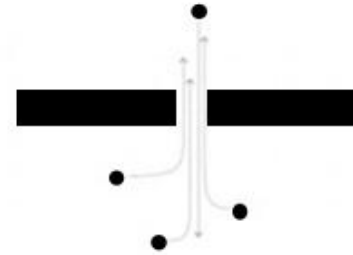


GEOMETRÍA ORGÁNICA (CELULA VEGETAL)  
IDENTIDAD AGRÍCOLA



GEOMETRÍA TECTÓNICA (GRIETA, ARIDEZ)  
IDENTIDAD MINERA

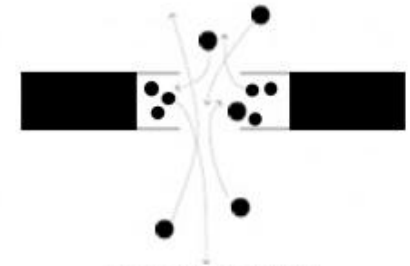
TIPO DE TRASPASO TRADICIONAL



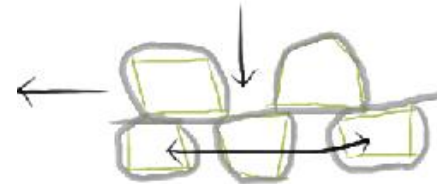
Un elemento de división  
punto de paso a través de una tipología  
(MURO)



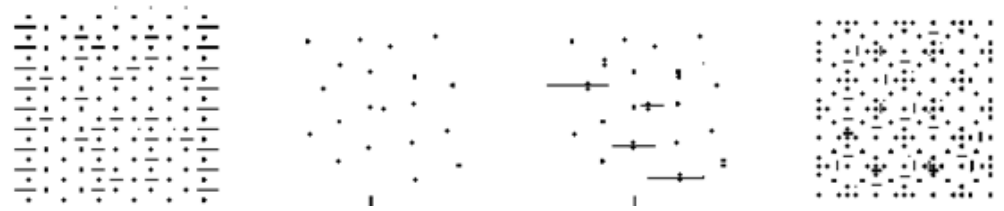
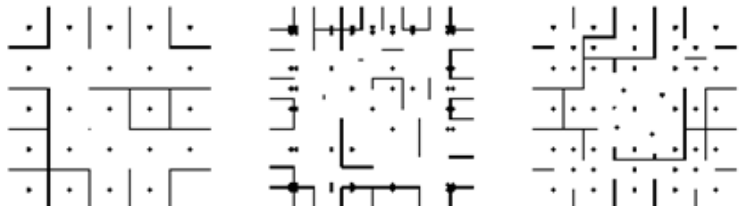
NUEVO TIPO DE TRASPASO



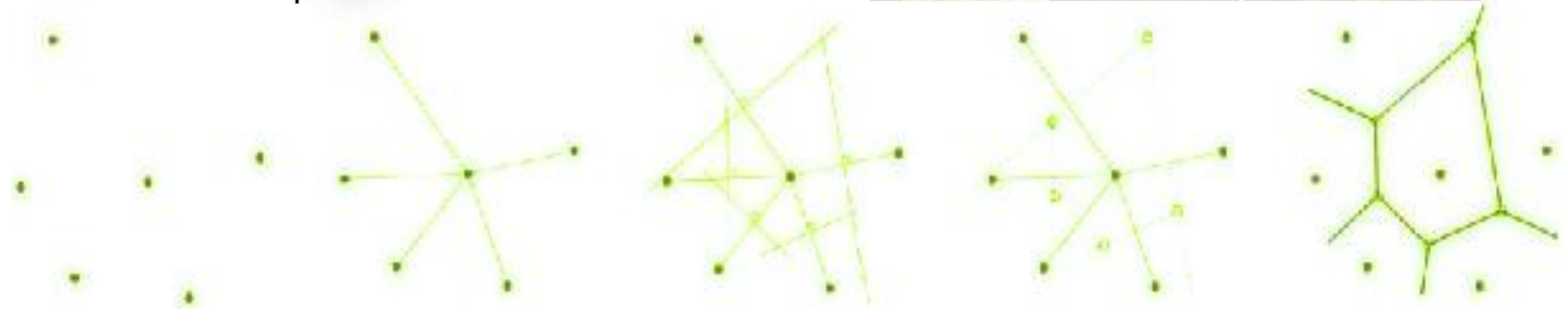
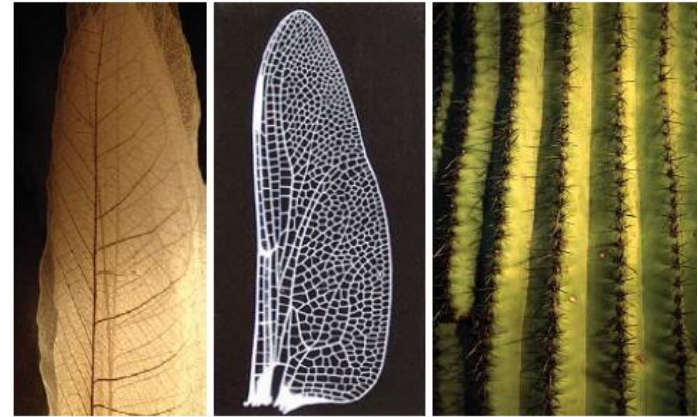
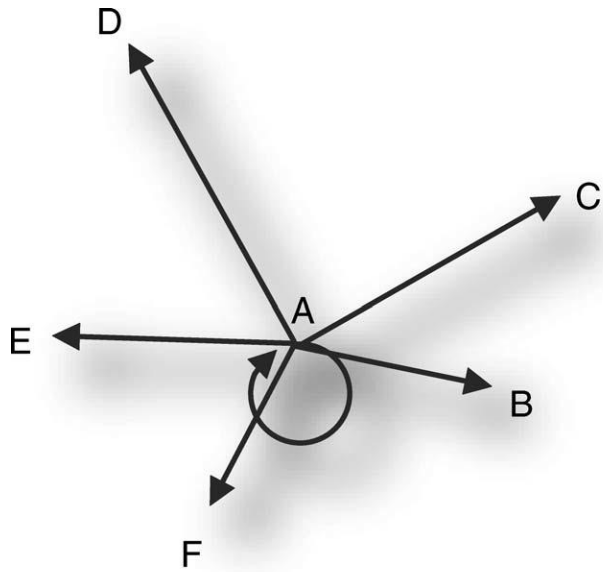
Un elemento de conexión  
punto de encuentro a través de una espacialidad



FUNCIÓN-PERMEABILIDAD-NÚCLEO-TRASPASO



Conformación de un lenguaje formal a partir de elementos orgánicos y del análisis de los ejes para aplicar en el programa de los recintos del proyecto, reinterpretando la geometría presente en elementos naturales como una hoja, el ala de un insecto o un cactus. La metodología de diseño será en función de las Células de Voronoi, para generar un diseño con este lenguaje.



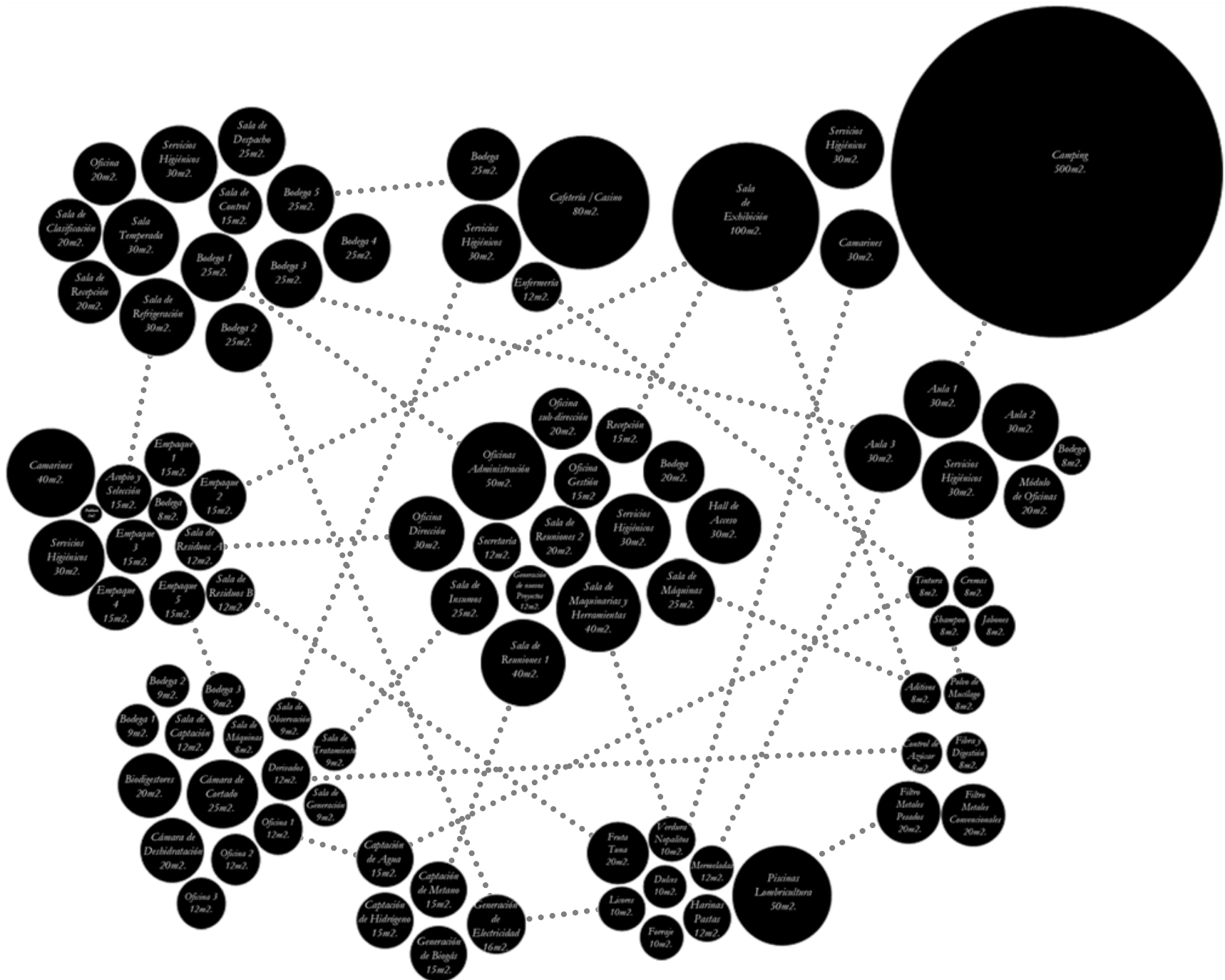
### 3.3 Programa

El programa arquitectónico desarrollado es el que se contempló previamente dentro de la Etapa n°2 del Plan Maestro de intervención, orientado principalmente a la transferencia tecnológica, la investigación y los prototipos generados a partir de actividades productivas y energéticas, además del programa de apoyo para los funcionarios.

Junto con definir el programa se estableció el dimensionamiento de los recintos y se le asoció una medida del radio que se debe ocupar para generar un círculo con la misma superficie proyectada, con este dato posteriormente se ingresaron las medidas en un software de diseño generativo (*Rhinoceros + Grasshopper*), lo cual posteriormente definió el lenguaje formal del edificio y la expresión del paisaje intervenido.

		Recinto	Superficie	RADIO
Administración	Dirección	Oficina Dirección	30	3,09019362
		Oficina sub-dirección	20	2,52313252
	Administración	Oficinas Administración	50	3,9894228
		Oficina Gestión	15	2,18509686
		Secretaría	12	1,95441005
		Generación de nuevos proyectos	12	1,95441005
	Planta Física	Sala insumos(cal, compost, abono)	25	2,82094792
		Sala de reuniones 1	40	3,56824823
		Sala de reuniones 2	20	2,52313252
		Bodega	20	2,52313252
		Servicios higienicos	30	3,09019362
		Sala de Máquinas (incluy. Riego tecnif.)	25	2,82094792
		Hall de distribución	30	3,09019362
		Recepción	15	2,18509686
		Sala de Maquinarias y herramientas	40	3,56824823
		Centro de visitantes	Zona Camping	Camping / Excursiones
Servicios higienicos	30			3,09019362
Usuarios mixtos (exterior-interior)	Camarines		30	3,09019362
	Sala exhibición		100	5,64189584
	Bodega		25	2,82094792
	Cafeteria Casino		80	5,04626504
	Servicios higienicos		30	3,09019362
	Enfermería		12	1,95441005

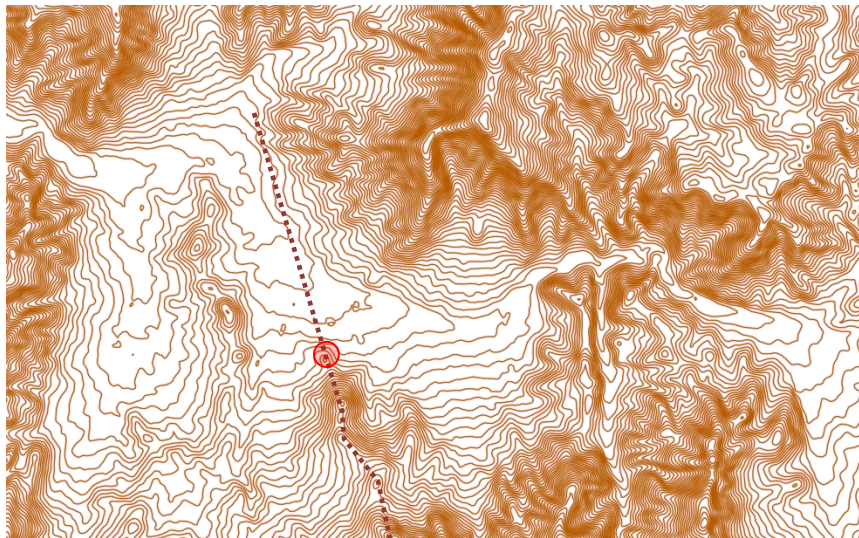
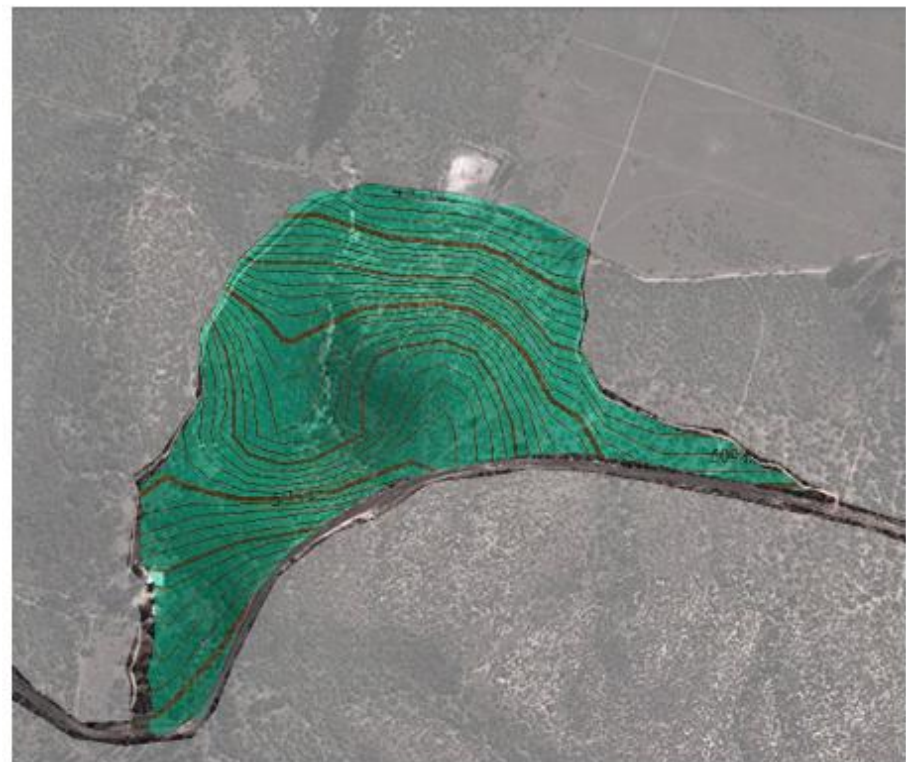
Distribución	Zona de Distribución	Oficina	20	2,52313252	
		Servicios Higienicos	30	3,09019362	
		Sala Control	15	2,18509686	
		Sala Recepción	20	2,52313252	
		Sala de Clasificación	20	2,52313252	
		Sala de Refrigeración	30	3,09019362	
		Sala Temperada	30	3,09019362	
		Bodega 1	25	2,82094792	
		Bodega 2	25	2,82094792	
		Bodega 3	25	2,82094792	
		Bodega 4	25	2,82094792	
		Procesos Directos	Zona de Procesos	Camarines	40
Servicios Higienicos	30			3,09019362	
Pediluvio	2			0,79788456	
Acopio y selección	15			2,18509686	
Empaque 1	15			2,18509686	
Empaque 2	15			2,18509686	
Empaque 3	15			2,18509686	
Empaque 4	15			2,18509686	
Empaque 5	15			2,18509686	
Bodega	8			1,59576912	
Sala residuos A	12			1,95441005	
Sala residuos B	12			1,95441005	
I+D+I Investigación + Desarrollo + Innovación	Prototipo y elaboración tecnologías no convencionales	A_Zona de Manufactura química y energia	Capatación Agua	15	2,18509686
			Captación Hidrógeno	15	2,18509686
			Captación Metano	15	2,18509686
			Generación Biogás	15	2,18509686
			Generación Electricidad	16	2,25675833
		B_Zona de Manufactura alimenticia	Fruta:tuna	20	2,52313252
			Verdura :nopalitos (escabeche)	10	1,78412412
			Mermelada	10	1,78412412
			Dulces	10	1,78412412
			Licores	10	1,78412412
			Lombricultura (piscinas) y Biofiltros (ext.)	50	3,9894228
			Forraje	10	1,78412412
	C_Zona manufactura Cosmética	Harina / Pastas	12	1,95441005	
		Tinte (cochinilla de Nopal)	8	1,59576912	
		Crema	8	1,59576912	
		Shampoo	8	1,59576912	
		Jabones	8	1,59576912	
	D_Zona manufactura ferretera	Adhesivos, aditivos y pinturas	8	1,59576912	
		Polvo de mucllago de nopal en Hormigón	8	1,59576912	
	E_Zona manufactura farmaceutica	Control de azucar y colesterol	8	1,59576912	
		Fibra (procesos digestivos)	8	1,59576912	
	Laboratorios I+D+I	F_Zona manufactura minera	Filtro metales pesados	20	2,52313252
			Filtro Minerales	20	2,52313252
			Filtro metales convencionales	20	2,52313252
Insumos			20	2,52313252	
A+D			Oficina 1	12	1,95441005
B+C			Oficina 2	12	1,95441005
E+F		Oficina 3	12	1,95441005	
		Sala máquinas	8	1,59576912	
		Sala captación	12	1,95441005	
		Cámara de cortado	25	2,82094792	
		Cámara de deshidratado y secado	20	2,52313252	
		Bodega 1	9	1,69256875	
Bodega 2	9	1,69256875			
Bodega 3 (control de humedad y t°)	9	1,69256875			
Sala de observación	9	1,69256875			
Sala de generación	9	1,69256875			
Sala de tratamiento	9	1,69256875			
Biodigestores	20	2,52313252			
Derivados	12	1,95441005			



El lugar elegido para emplazar el edificio del Centro de Investigación y Transferencia Tecnológica [CITT] es un cerro que remata uno de los cordones que conforman el Valle del Pupío, en este cerro se genera un dominio sobre el paisaje y se conecta visualmente con las otras etapas del Plan Maestro (1 y 3).

Este cordón se ubica en dirección norte sur y enfrenta directamente a Caimanes, entre este cerro y el estero Pupío se genera una planicie propicia para la actividad agrícola, además se conecta directamente con la vía que conecta con el Tranque de Relaves El Mauro.

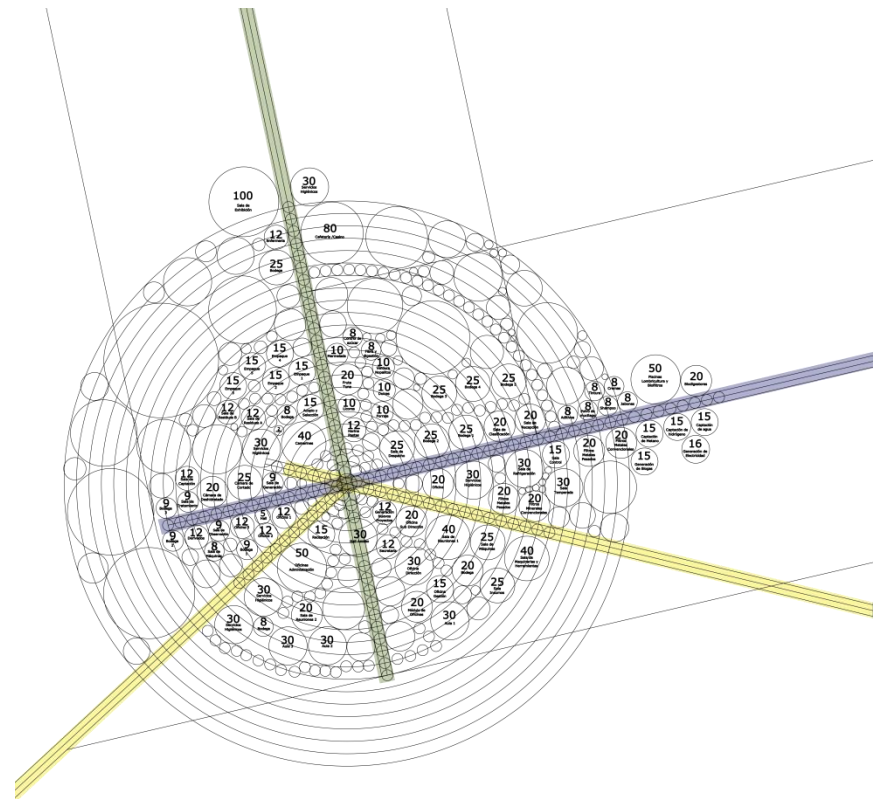
Se utilizará este elemento de orden como organizador de los recintos utilizando la cima del cerro como espacio de distribución.



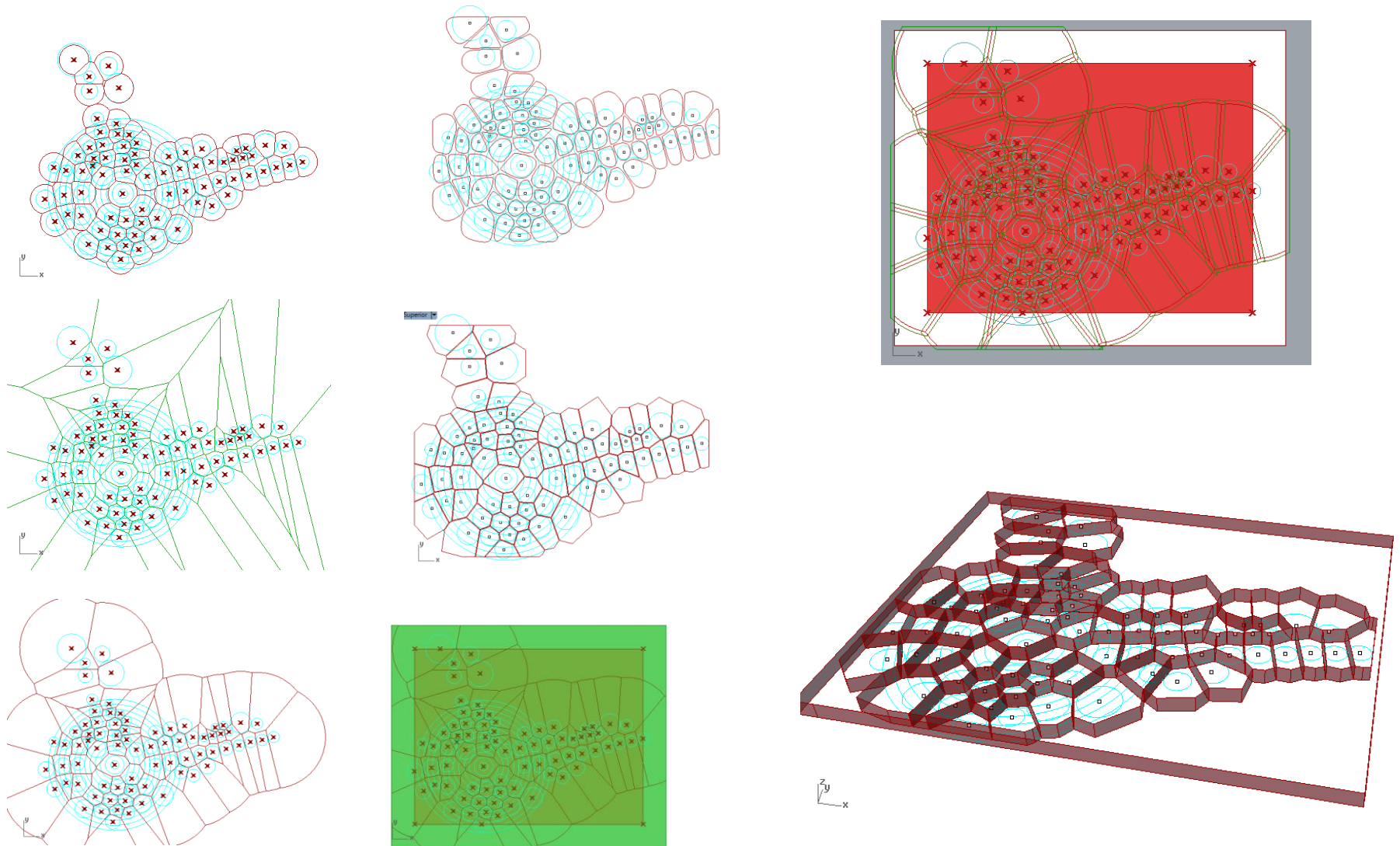


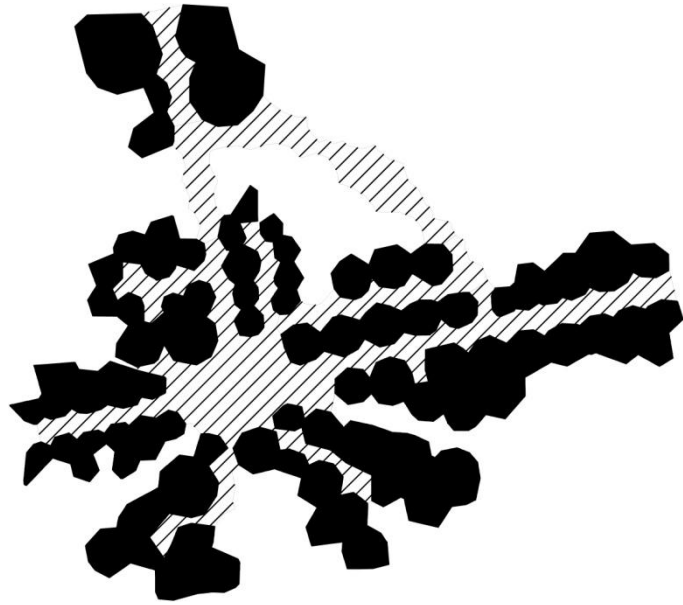
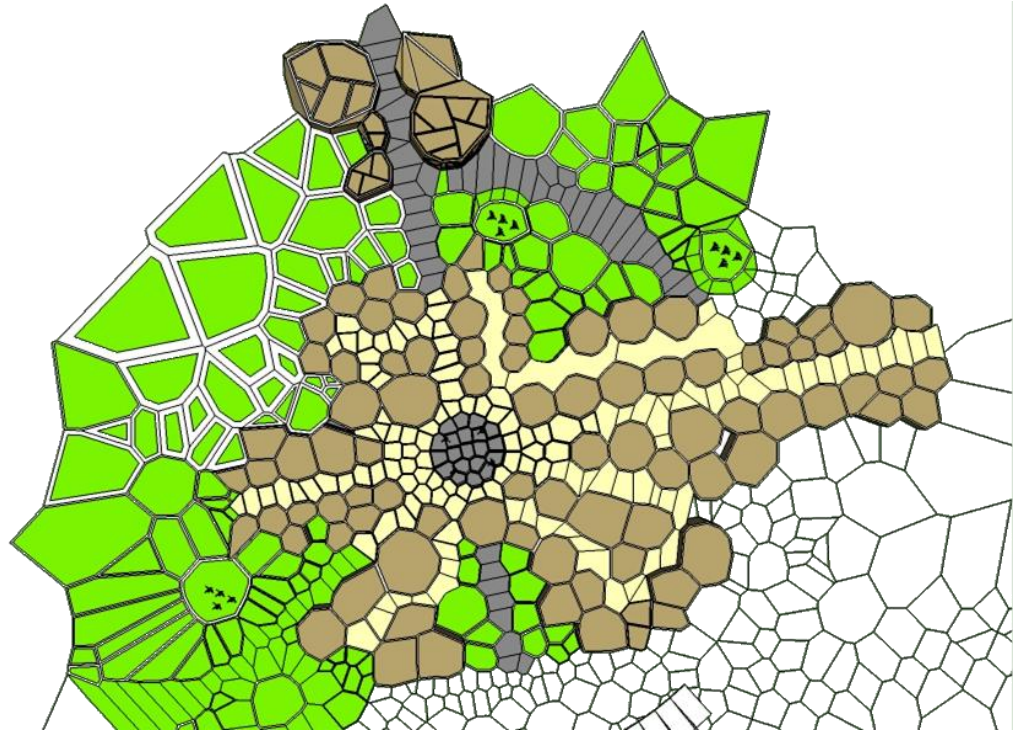
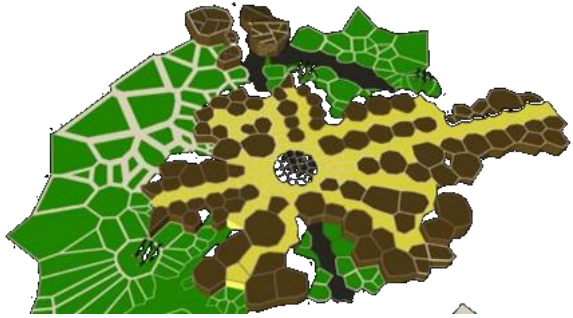
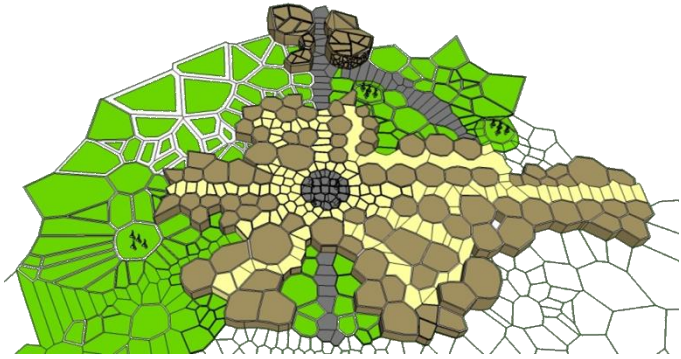


En el lugar de emplazamiento se generan cualidades espaciales de dominio visual sobre el entorno y conexión directa con las vías de tránsito, estas propiedades son aprovechadas por el proyecto permitiendo que los recintos se agrupen adaptándose y dialogando con la topografía del lugar, considerando los ejes de conexión, los espacios de ordenamiento y la subordinación espacial durante el recorrido.



Diagramas de trabajo en *Rhinceros* con el *plugin Grasshopper* para generar un lenguaje orgánico inspirado en la célula vegetal a partir de la modulación de los recintos a través de círculos organizados en el lugar de emplazamiento.





### 3.4 Referentes

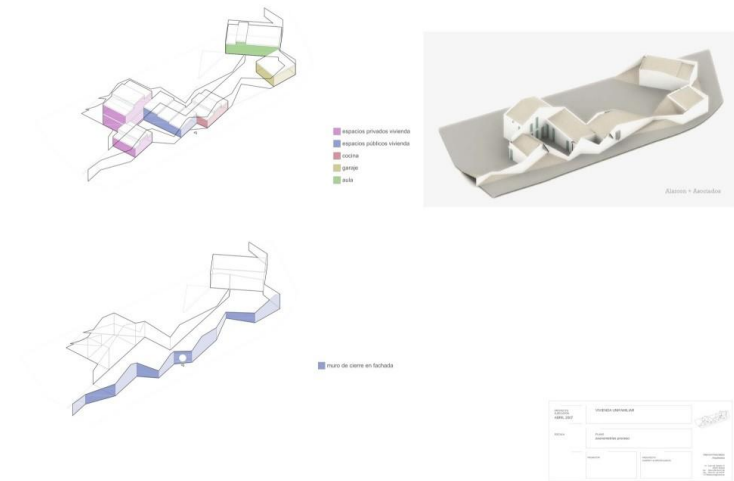
#### *Tatiana Bilbao, Jardín Botánico de Culiacán*

[http://www.mexican-architects.com/es/projects/review\\_detail/27137\\_Jard%C3%ADn%20Bot%C3%A1nico%20Culiac%C3%A1n](http://www.mexican-architects.com/es/projects/review_detail/27137_Jard%C3%ADn%20Bot%C3%A1nico%20Culiac%C3%A1n)



*Alarcón + Asociados, Casa en León*

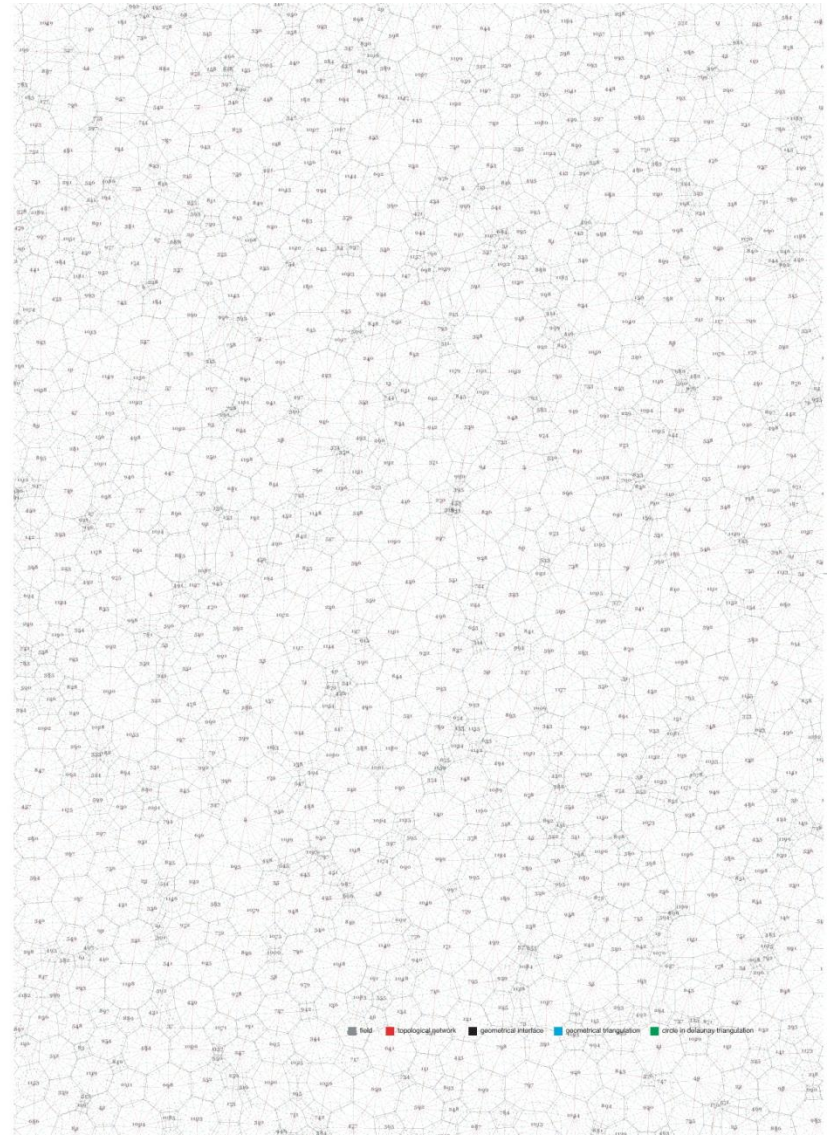
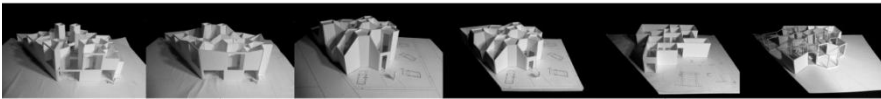
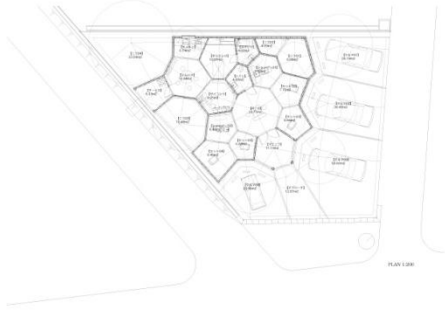
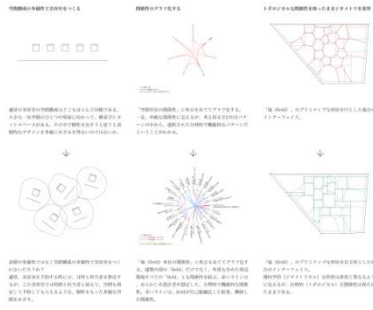
<http://www.plataformaarquitectura.cl/2011/09/27/casa-en-leon-alarcon-asociados/>



*Ipas Architectes, Taller de pescadores*

<http://www.plataformaarquitectura.cl/2013/06/02/taller-de-pescadores-ipas-architectes/>





## 4.1 Anexos

A continuación adjunto el tipo de las principales maquinarias a utilizar dentro de los procesos que se realizarán dentro del proyecto:



Planta generadora de Biogás.



Equipo para quitar espinas a los cladodios de nopal.



Rebanadora de cladodios de nopal.



Peladora de nopal.



Biodigestor.



## 4.2 Bibliografía

- Salazar-Sosa, Enrique, “Producción orgánica de nopal forrajero”, 2010.
  - Montenegro, Gloria; Fredes, Carolina, “Contenido de metales pesados en suelos cercanos a un relave cuprífero chileno”, 2009.
  - Espinace, Raúl; Seminario “Propuestas para la operación de depósitos de relaves, a partir de experiencias recientes”, 2010.
  - Plan Regional de Desarrollo Urbano de la Región de Coquimbo.
  - Pérez G. F. J, J.L. Martínez F y A. Aragón G.; “Manejo agroecológico del cultivo de nopal tuna con extractos vegetales en san Sebastián Villanueva, Puebla”, 2009.
  - Pérez G, F. J., J. L. Martínez F. y A. Aragón G., “Generación de una tecnología a base de extractos naturales para el control de la cochinilla del nopal”, 2009.
  - Fundación para la Innovación Agraria, “Resultados y Lecciones en Producción de Tunas bajo riego en secano, proyecto de innovación en VII Región del Maule”, 2009.
  - International Copper Study Group (ICSG), “The world copper factbook 2012”.
  - Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO N°162, Issn 1020-4334, “Utilización agroindustrial del nopal”, 2006.
  - Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, “Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia, experiencias en América Latina; Serie Zonas Áridas y Semiáridas N°13”, 2000.
  - Sernageomin, “Anuario de la Minería de Chile”, 2010 y 2011.
  - Calabrán, Rodrigo; Memoria para optar al título profesional de geógrafo, “Evaluación de riesgo ambiental del tranque de relave las tórtolas ubicado en la comuna de Colina, Región Metropolitana de Santiago”, universidad de Chile, 2009.
  - Sernageomin, “Catastro de faenas mineras abandonadas o paralizadas y análisis preliminar de riesgo, 2007.
  - Sernageomin, “Guía de buenas prácticas ambientales para la pequeña minería”, 2003.
  - LEY 19.300, “Bases Generales del Medio Ambiente”
  - NCH 1.333, “Estándar para agua de riego”.
  - Carvajal, Francisco, “Plan de Cierre de Faena: Minera Los Pelambres”, 2008.
  - Ríos, Juan; Quintana, Verónica; Manual del participante, Secretaría de la Reforma Agraria “Manejo General del Cultivo de Nopal”, 2004.
  - Castillo, Netzahual, Pérez y Guevara; “Estudio de la absorción de metales pesados por la planta de Nopal *Opuntia Ficus Indica*”.
  - Hernández, Coronado, López y Horta: “Mejoramiento de Morteros a través de Nopal”
- <http://www.portalchoapa.cl>  
<http://desafio.chileseescurre.cl>  
<http://www.elparadiario14.cl/admin/render/noticia/21147>  
<http://radio.uchile.cl/noticias/122979/>  
<http://www.nuevamineria.com>  
[http://icc.ucv.cl/seminario\\_sernageomin\\_2010](http://icc.ucv.cl/seminario_sernageomin_2010)  
<http://www.agenciadenoticias.org/?p=9128>  
<http://www.elquintopoder.cl/politica/agua-el-pueblo-de-caimanes-y-la-minera-pelambres/>  
[http://www.arcadis.cl/M\\_Relaves.aspx](http://www.arcadis.cl/M_Relaves.aspx)  
<http://www.floresyplantas.net/noticias/el-nopal-cactus-purificador-de-agua/>  
[http://nubedesol.bligoo.com/content/view/153788/Las\\_tunas\\_como\\_funete\\_de\\_energ\\_a.html](http://nubedesol.bligoo.com/content/view/153788/Las_tunas_como_funete_de_energ_a.html)  
<http://defensacaimanes.blogspot.com/>

*...Dedicado a la comunidad de Caimanes...*

