



Ingeniería y Arquitectura Extrema

Msc. Ing. Pedro Serrano Rodríguez, Universidad Técnica Federico Santa María, pedro.serrano@usm.cl

RESUMEN

La unidad de Arquitectura Extrema de la Universidad Técnica Federico Santa María ha investigado, diseñado e implementado en territorios remotos o en situaciones de catástrofe, diversos refugios, módulos y cápsulas habitables de carácter sustentable. Nuestra experiencia nace con la construcción para la FACH de la Estación Polar Parodi, 1999, en la plataforma polar antártica, desarrollado con un taller académico regular de arquitectura de 3 er año y ha continuado hasta 2017 con 10 refugios modulares ya instalados en Campos de Hielo Norte y Campos de Hielo Sur, para el MOP, DGA, Ejercito. También hemos desarrollado y construido refugios y coberturas para situaciones de post emergencias del 27F e incendios en Valparaíso. Todo esto con un directo reflejo en los ramos de formación y tesis de grado de nuestros estudiantes.

Esta instalación real de hábitats extremos incorpora procesos de ingeniería que involucran investigación de materiales, uso de túneles de viento, modelaciones estructurales, el diseño de sistemas de energías renovables y el uso de sanitarios secos, verificando siempre lograr el menor impacto ambiental en el territorio intervenido. Este trabajo muestra los procesos de investigación y desarrollo que ha llevado adelante la Unidad de Arquitectura Extrema, ARQ-X, entre 1999 y 2017 y la estrecha vinculación de ingenierías con arquitectura de la UTFSM.

PALABRAS CLAVES: Arquitectura Extrema, Ingeniería aplicada, ERNC, Sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

Hasta agosto de 2017, 10 de los 11 refugios de montaña que Chile tiene en los Campos de Hielo Norte y Sur de nuestra Patagonia, han sido investigados, modelados, diseñados y construidos por la Universidad Técnica Federico Santa María Carrera. Este logro ha significado unir interdisciplinariamente la ingeniería mas avanzada, con los procesos de arquitectura sustentable que implican el habitar zonas extremas en climas y territorios de muy difícil acceso, lejos de las redes de servicios convencionales.

Nuestra primera experiencia de trabajo surge de una investigación-acción antártica en terreno, hecha en 1998, de sus conclusiones, compartidas con la División Antártica de la Fach, surge el encargo de 1999 para el diseño de la Estación Polar Teniente Arturo Parodi Alister, en 80.1° Sur en la plataforma polar a 3500 kilómetros al sur de Punta Arenas. Se desarrolló el diseño con un curso de taller de tercer año de arquitectura, utilizando una plataforma de computadores Silicon Graphics, recurriendo al laboratorio de ciencia de materiales, entre otros, para testeos a bajas temperaturas, análisis de disposición de neviza con vientos catabáticos, modelaciones de comportamiento térmico de propuestas de materiales de aislación, desarrollo de sistemas de fundición solar de hielos para la obtención de agua líquida, desarrollo de modelos innovados de sanitarios secos para bajas temperaturas.

Toda esta interacción arquitectura/ ingeniería dio como resultado el poder llegar, con un diseño computacionalmente asistido, a la construcción in situ de EPTAP la estación Polar Parodi. Al pie de los montes Elsworth, Patriot Hills, sobre un campo de hielo de 800 metros de profundidad¹ (Taylor y Bernal. 2007)





Toda la estación EPTAP fue trasladada por partes desde Valparaíso al grupo 10 del aeropuerto Santiago, luego en el avión presidencial, especialmente modificado, hasta Punta Arenas y desde allí en 2 cargueros Hércules C-130 hasta Patriot Hills. Allí con 20 personas, FACH, Ejercito, UTFSM, se montó la estación completa en 10 días de trabajo sobre los Hielos.



Fig Nº 1.- EPTAP en 2004



Fig Nº 2 vista de Google earth de EPTAP año 2015, Plataforma polar.





EPTAP estuvo 15 años activa en temporada estival hasta que, en 2015, fue desmontada y trasladada pieza por pieza a Glaciar Unión a 90 km al sur oeste de Patriot Hills, allí fue montada de nuevo y hoy forma parte de la primera Estación Polar Conjunta de Chile. El diseño, de la UTFSM, que estaba calculado para 10 años, va a cumplir 17 años en el hielo polar y sigue funcionando en condiciones extremas.

ARQUITECTURA EXTREMA.

La experiencia antártica motivó la fundación y desarrollo de la Unidad de Arquitectura Extrema de la UTFSM, ARQ-X,³ el autor siguió viajando a la plataforma polar hasta el año 2005, cuando parte la primera expedición científica chilena al Polo SUR con el CECs de Valdivia. Ya en el año 2006 Arq–X negocia con la Unidad de Glaciología del MOP, la investigación del primer prototipo de Refugio Glaciar, para glaciar Jotabeche, a 5.200msnm, cerca de la minera Casale, frente a Pascua Lama cordillera de la Illa Región

Este refugio siguió los mismos patrones aprendidos de la experiencia antártica en cuanto a los criterios de diseño:

- * Diseño modular ensamblable para transporte aéreo: helicóptero, avión
- * Despliegue y repliegue rápido en terrenos duros y remotos.
- * Diseño bioclimático para condiciones climáticas adversas :
- * Habitabilidad humana segura.
- * Sustentabilidad ambiental, Impacto ambiental cero en el lugar.
- * Aplicaciones de energías renovables.
- * Manejo sustentable de agua, sanidad y manejo de ambiental de desechos,





Fig 3 y 4 Módulo glaciar en Jotabeche, MOP 2008, y 2010.

² http://www.noticias.usm.cl/2015/09/09/base-polar-cientifica-de-la-usm-es-trasladada-tras-mas-de-diez-anos-de-funcionamiento/

³ Arquitectura extrema USM, https://vimeo.com/75606861





Los sistemas sustentables:

Fundidor de hielo para obtener agua líquida

 Colector solar de doble policarbono monolítico cupular, con estanque aislado de fondo negro y lámina metálica superior. Funde hielo de hasta -30 °C y logra hacer hasta 10 litroS de agua en estado líquido, en condiciones de la plataforma polar



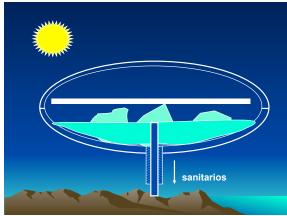


Fig 4 fundidor solar de hielo.

 Sistema fotovoltaico, 120 w peak, con baterías de ciclo profundo, para alimentar luces de bajo consumo en 2010 fluorescente compactos de 25 watts y desde 2014 luces led de 6 watts. Carga de equipos de comunicación. Sanitario solar seco. Fig.5





Fig. 5 panel fotovoltaico y sistema sanitario seco





- Ventilación pasiva de Co2
- Sistema de despliegue rápido y nivelado en terrenos dispares

En 2017 10 de los 11 refugios que existen, como prototipos funcionales habitables, en Campos de Hielo Norte y Campos de Hielo Sur, han sido construidos por la unidad de Arquitectura Extrema de la UTFSM. Todo este proceso se ha hecho con los respectivos reflejos en los cursos de Taller de Arquitectura, uso de laboratorios de materiales, túneles de viento, simulaciones computacionales. Cada refugio evaluado en terreno implica mejoras sucesivas en los refugios siguientes, marcando un proceso de investigación continua y realimentaciones reales de experiencias en terreno con usuarios reales.





Fig. 6 refugios glaciares ARQ-X UTFSM en campos de hielo Norte y campos de Hielo Sur

Infraestructuras de emergencia en Incendios, tsunamis y terremotos.

Los continuos eventos catastróficos ocurridos en el país, tales como terremotos con tsunamis y grandes incendios, con pérdidas de infraestructura, damnificados sin cobertura, fallas en los sistemas eléctricos, de agua potable y sanitarios, han significado rápidas reorientaciones de la actividad normal de la universidad, hacia la actividad solidaria de apoyar a los territorios afectados, esto ha significado la organización de fuerzas de trabajo donde interactúan profesores y estudiantes de todas las carreras.

A continuación se presentan dos ejemplos de intervención parcial, con aportes de la Unidad de Arquitectura Extrema.

1) terremoto del 27 f en la zona central de Chile.

Con estudiantes de ingeniería y arquitectura se montó una rápida cadena de fabricación para producir en serie coberturas de emergencia, que no fuesen casas, sólo coberturas para enseres, lugares de reunión, bodegas de suministro hasta incluso pequeñas salas de clases de emergencia en escuelas rurales demolidas. (Serrano, 2011)⁴





Se eligió un estructura de icosaedro truncado, para transportar, en piezas poliédricas prearmadas y construir rápidamente en terreno por grupos de personas no entrenadas.

Desde los resultados de un taller de 1er año de arquitectura del semestre anterior, se inicio la construcción de geodésicas con PVC eléctrico y cobertura de PVC tipo tarpaulin ®. Fig. 7

Se llegó con geodésicas de 5m de diámetro a 32 localidades de la zona de terremoto y tsunami en un plazo de sólo 3 semanas después del evento. Con una integración transversal de ingenierías y arquitectura en una respuesta tecnológica real.





Fig. 7 Trabajo de producción integrada y coberturas de emergencia escuelas rurales

2) Mega incendio en Valparaíso 2011. 12 de abril de 2014.

En dicha ocasión, de modo espontaneo, miles de estudiantes universitarios de la ciudad concurrieron a los cerros quemados de Valparaíso, aun cuando no se apagaban las llamas. Sin equipamiento y mal organizados, alimentados sólo con la voluntad solidaria, los primeros días la situación fue caótica, las entidades estatales aun no atinaban a intervenir orgánicamente. Sin embargo, fueron los estudiantes Universitarios, de todas las carreras que, en cantidad de varios miles, subieron a ayudar a las victimas del desastre.

La situación se prolongó por mas de un mes y se logró una cierta orgánica, donde el Consejo de Rectores de Valparaíso, CRUV, se diseñó y aporto con un manual de seguridad, prevención de riezgos UTFSM sede JMC., ropa adecuada, en especial zapatos de seguridad, guantes y cascos. A todo esto se agregaron cuatro domos geodésicos, Fig. 8, diseñados por Arquitectura Extrema y construidos por voluntarios de las cuatro universidades. Nuevamente esto significó coincidir profesores y estudiantes de ingeniería, arquitectura y escuelas técnicas de modo interdisciplinario. Todo esto en la etapa de emergencia, durante las primeras semanas post catástrofe.

Dicho semestre se realizaron cursos taller avanzados de arquitectura sobre reconstrucción de vivienda en los cerros quemados. Con el apoyo de ingeniería antisísmica, Ingeniería civil en el tema de resistencia al fuego, electrónica para soporte energético y diseño industrial, para los sistemas de soporte de agua y sanitarios.









Fig. 8 Construcción por poliedros de geodésica para equipos de estudiantes en los cerros de Valparaíso

CONCLUSIONES

El desarrollo de la Arquitectura informada tecnológicamente, tal cual está en el perfil de esta carrera en la UTFSM, requiere necesariamente de una conexión interdisciplinaria con las ingenierías y las tecnologías presentes en nuestra casa de estudios. Esto es lo que hace desde su fundación la Unidad de Arquitectura Extrema. Todo este esfuerzo ha implicado proyectos de investigación, usos de laboratorios universitarios, desarrollo de programas de asistencia técnica con la DGAT /USM y sobre todo ha tenido su reflejo en la actividad académica regular de la universidad, tanto en arquitectura como en el desarrollo tesis de ingeniería de varias carreras.

Del mismo modo, en ARQ-X trabajan profesionales y estudiantes de las carreras de ingeniería en diseño, diseño industrial, de matricera de la sede José Miguel Carrera de la UTFSM, así como un extenso joint venture con empresas metalmecánicas, astilleros y servicios CNC locales.

Para la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura, resulta de alto valor la posibilidad cierta de usar la metodología del "aprender haciendo" o "the hands on learning" (Gonzalez LF., Serrano P., 2007) que implica el lograr en terrenos complejos la construcción real de este tipo de refugios, que se inician como proyectos en papel, modelaciones computacionales, con laboratorios de ensayo universitarios y transcurren hacia la factura real de prototipos, que son evaluados por tripulaciones concretas de profesionales de montaña, glaciología e investigadores en la Antártica o Campos de Hielo de la Patagonia Chilena.

Creemos que las experiencias concretas ya realizadas muestran pasos concretos en enfrentar el desafío de la interdisciplinariedad en ingeniería y arquitectura, estos logros en la realidad nacional tiene a su vez un impacto positivo en la formación profesional por cuanto vinculan los proceso teóricos de aprendizaje formativo, con construcciones reales de artefactos som, etidas a situaciones extremas en el mundo real.





Arquitectura extrema USM, https://vimeo.com/75606861

Serrano, Pedro. "Geodésicos post terremoto. Investigación aplicada en la emergencia", INVI N° 72, volumen 26, pp. 129 -152, agosto del 2011, -Paper SCIELO.

Serrano Rodríguez, Pedro, González Böhme, Luis Felipe. "Exploring Outdoor Education In Architecture", en Special Issue, Open House International OHI, Shaping the Future of Learning Environments, Paper ISI: Emerging Paradigms and Best Practices, Publishing Date: March 2009, Vol 34, Issue 1, Guest Editor Dr. Ashraf Salama asalama@gmail.com Paper ISI

Taylor, P. Bernal M. "Estación Polar Teniente Arturo Parodi"/ ARQZE (Arquitectura de Zonas Extremas), Plataforma a de Arquitectura 23 Septiembre, 2007

http://www.noticias.usm.cl/2015/09/09/base-polar-cientifica-de-la-usm-es-trasladada-tras-mas-de-diez-anos-de-funcionamiento/