

Autores:

Nick Zoa, Phd en sismología, Universidad de Maryland
Jaime Salazar Lagos, Arquitecto, Universidad de Concepción
José Miguel López Núñez, Geólogo, Universidad de Concepción

Autores por Contribución:



**Geo-engineering Extreme Events
 Reconnaissance association,
 Estados Unidos**

Fecha:
 Junio 2010 ©
 Versión 1

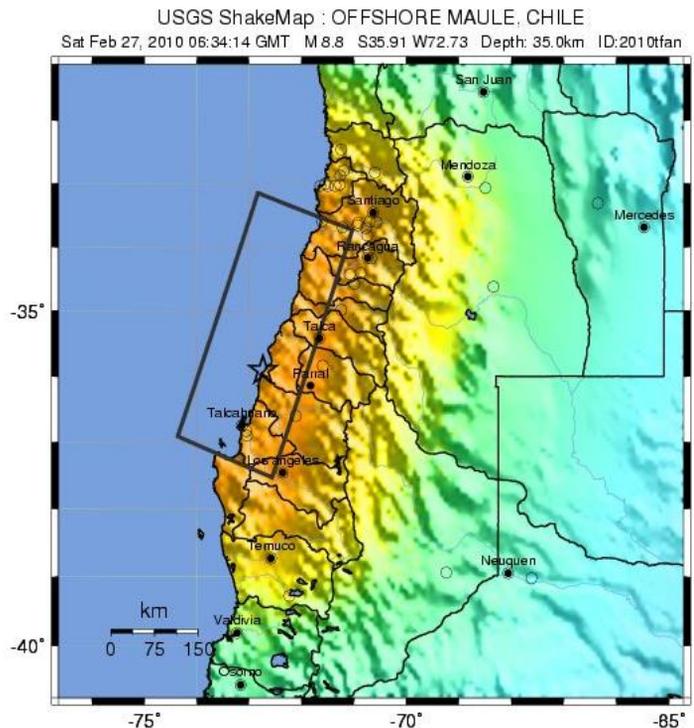
Introducción

Durante la madrugada del 27 de febrero de 2010, frente a las costas de Chile ocurrió un terremoto grado 8.8, con epicentro en las coordenadas UTC 35.85 S , 72.72 O. Durante las próximas 20 horas una serie de distintos trenes de olas de tsunamis, devastaron las zonas costeras con distinta intensidad, desde la región del Maule hasta la región del Biobío al sur del país. Una de las zonas más afectadas fue la bahía de Dichato al noroeste de la ciudad de Concepción.

Paralelamente un grupo independiente de investigación local, decide comenzar a catastrar y medir los daños en diferentes ámbitos del desastre y diferentes ámbitos de la ciencia.

Uno de ellos fue el daño generado por el maremoto.

En estrecha colaboración con el GEER de Estados Unidos, se comenzó el trabajo de campo y la posterior obtención de datos y conclusiones contenidas en el presente documento.



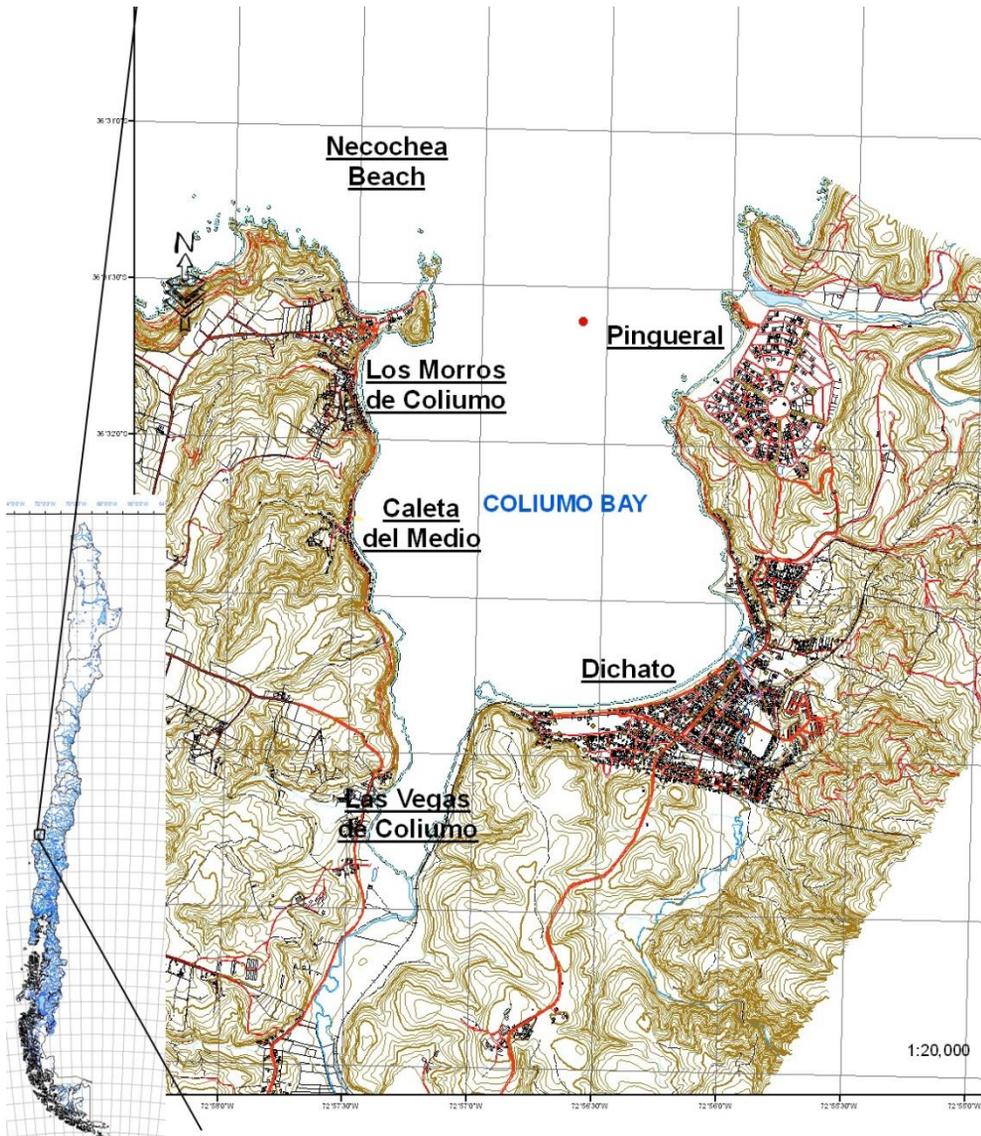
Img. 1; Fuente; USGS, www.usgs.gov

Es importante relatar, sin embargo, los motivos subyacentes de este proyecto y que generaron el deseo de enfocarnos en dicha labor, más allá del mero interés científico; al constatar en terreno, como diversas organizaciones sociales y gubernamentales, que trabajaban en la zona, no tenían conocimiento acabado sobre el tema, ni menos qué hacer en caso de ocurrir un nuevo tsunami en las zonas donde ahora atrabajaban.

Bastó una falsa alarma de tsunami unos días después para ver como, el caos se apoderaba de la evacuación.

Había que medir, investigar y generar herramientas que pudiesen servir para proteger a la gente del lugar y para la futura planificación urbana y administrativa.

Objetivos



Img. 2: Plano de ubicación de la bahía de Dichato sobre el territorio nacional.

OBJETIVO PRINCIPAL : determinar el real impacto de los distintos eventos del tsunami del 27 de febrero de 2010, en una de las bahía más más afectadas como lo es la bahía de Dichato, tanto en su orografía como en su edificación.

OBJETIVO SECUNDARIO: Generar un método de rastreo de datos y mediciones para que sea replicable en distintas zonas del país y que pueda ser utilizado en futuros desastres como el que aborda el presente.

Método de trabajo

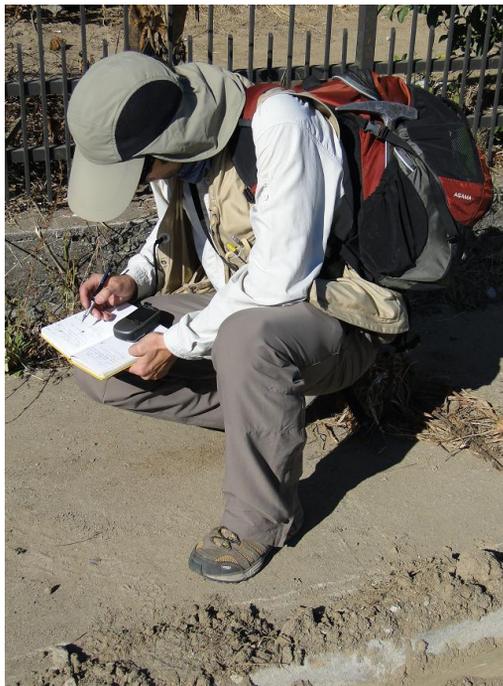
DEFINICIÓN DE ÁREA Y FORMA DE IMPACTO DE TSUNAMI:

Se buscaba definir el área de impacto de tsunami, considerando dos variables principales, la primera era el alcance de la ola, para lo cual usamos un equipo GPS y la información planimétrica existente.

Vale decir que para la presente se uso el DATUM GWS 84.



Img.: 3 y 4. Instrumentos de trabajo



Img.5 Proceso de medición, singularizando el punto en el GPS.

COMPROBACIÓN:

para cada una de las medidas se consideró la inspección visual para ratificar las alturas, sin embargo en los casos en donde había cierta incertidumbre o duda de la medición se recurría a la población local para aunar opiniones que respaldaran el criterio de la medición.



Img. 6 y 7 : Entrevistas con los pobladores para corroborar medidas.

Método de trabajo

Para medir las alturas se utilizó una huincha métrica de 7.5m de largo, midiendo las huella del impacto de la hola sobre la arquitectura de los diferentes centros urbanos investigados.

Se buscaban manchas dejadas por el agua, algas, o arena sobre lugares como techumbre, paredes, etc.



Img: 8: Marcas de la línea de retracción de agua en la sobre muro jardín infantil.



Img: 9: Marcas de la línea de retracción de agua en la ventana



Img: 10: Desprendimiento de revestimiento



Img: 11: Marcas de la línea de retracción de Sobre muros segundo nivel

Obtención de datos

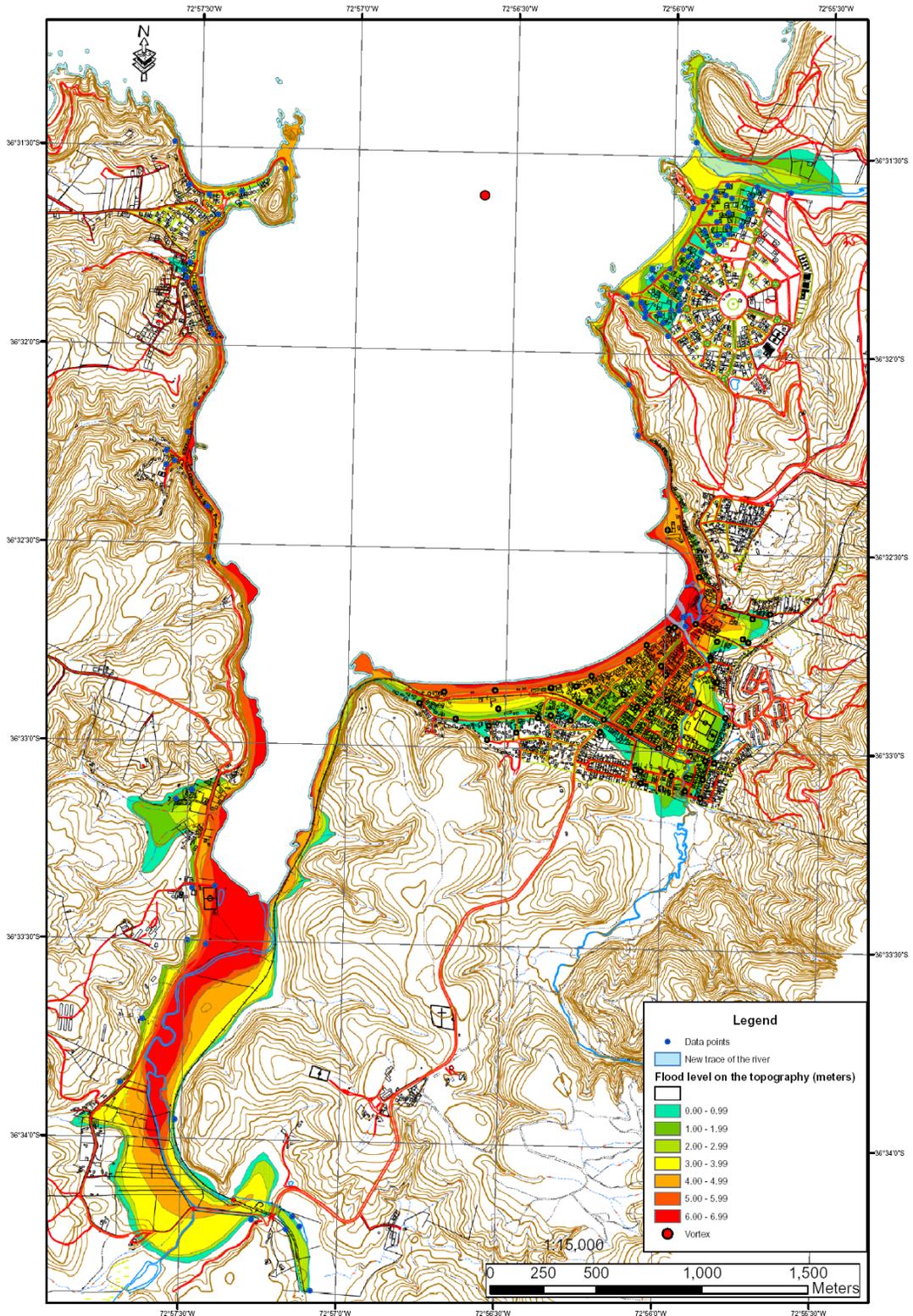
Point	East	North	RL	Nivel del tsunami	Cota terreno	Cota inundación
1	683820	5953285		0,50	10,0	10,50
2	683991	5953211	5,00	1,50	9,5	11,00
3	684147	5953179	7,00	0,30	10,5	10,80
4	684139	5953113	6,00	0,00	12,5	12,50
5	684277	5953147	7,00	0,20	12,0	12,20
6	684381	5953214	5,00	0,50	10,0	10,50
7	684443	5953356	1,00	2,50	6,0	8,50
8	684441	5953226	1,00	0,60	11,0	11,60
9	684561	5953363	5,00	3,80	7,0	10,80
10	684534	5953203	9,00	0,50	12,0	12,5
11	684624	5953341	4,00	4,90	9,0	13,9
12	684634	5953410	3,00	5,00	5,0	10,00
13	684785	5953324	6,00	2,00	9,0	11,00
14	684848	5953265	5,00	2,40	7,0	9,40
15	684917	5953235	5,00	2,30	7,0	9,30
16	685026	5953174	5,00	2,70	5,0	7,7
17	685099	5953056	6,00	4,20	6,0	10,20
18	685171	5953014	4,00	1,20	8,5	9,70
19	685213	5953003	7,00	0,00	10,0	10,00
20	685159	5952927	10,00	1,40	8,5	9,90
21	685148	5952840	15,00	0,00	9,0	9,00
22	685075	5952872	4,00	1,80	6,5	8,30
23	685011	5952944	4,00	2,30	6,0	8,30
24	684961	5952887		1,70	6,5	8,20
25	684866	5952911	6,00	0,30	9,5	9,80
26	684864	5952967		2,00	9,5	11,50
27	684841	5952974	6,00	0,00	10,0	10,00
28	684950	5953072	4,00	2,40	7,0	9,40
29	684816	5953149	6,00	1,70	8,5	10,20
30	684692	5953207	9,00	0,70	9,5	10,20
31	684673	5953149	11,00	0,10	10,0	10,10
32	684904	5953379	5,00	4,00	5,5	9,50
33	684810	5953484	6,00	2,70	12,0	14,70
34	684992	5953298	8,00	3,70	6,0	9,70
35	685140	5953283	5,00	4,30	5,0	9,30
36	685266	5953214	7,00	0,00	10,5	10,50
37	685221	5953379	5,00	1,50	9,5	11,00
38	685229	5953381	7,00	0,00	10,0	10,00
39	685196	5953494		1,40	7,5	8,90
40	685197	5953483	4,00	0,00	8,0	8,00
41	685227	5953570	3,00	1,80	7,0	8,80
42	685349	5953581		2,90	9,0	11,90
43	685375	5953565	9,00	0,00	14,5	14,5
44	685395	5953676	7,00	1,20	8,0	9,20
45	685478	5953697	11,00	0,00	10,0	10,00
46	685262	5953732	8,00	1,40	8,5	9,90
47	685143	5953871	5,00	4,00	5,0	9,00
48	685146	5953987	6,00	0,00	12,0	12,00
49	684993	5954091	2,00	5,00	8,0	13,00
50	685126	5953652	3,00	6,00	3,0	9,00
51	684999	5953630	7,00	7,30	1,5	8,80
52	684894	5953554	8,00	6,00	5,5	11,50
53	684963	5953456	4,00	6,00	4,0	10,00
54	684985	5953416	3,00	5,00	5,0	10,00
55	684178	5953344	5,00	5,00	5,5	10,50
56	684193	5953258	6,00	3,40	8,5	11,90
57	683936	5953337	3,00	6,00	5,0	11,00

PUNTOS:

La exploración arrojó los siguientes datos y un catastro fotográfico de cada uno de los sitios de medición.

Para el caso de Dichato se tomaron 57 puntos distintos que permitieron ejecutar una malla de alturas que se detalla en la página 9.

Resultados



Img: 12: Plano de impacto de Tsunami, bahía de Dichato, Chile. Coordenadas

Resultados

MAPA DE LEVANTAMIENTO DE LAS MEDICIONES:

A través de los puntos recogidos se obtuvo un mapa de impacto, que define la zona afectada por el tsunami.

la gravedad del impacto sobre el relieve, se obtiene al definir las respectivas alturas del nivel el agua sobre le nivel de suelo.

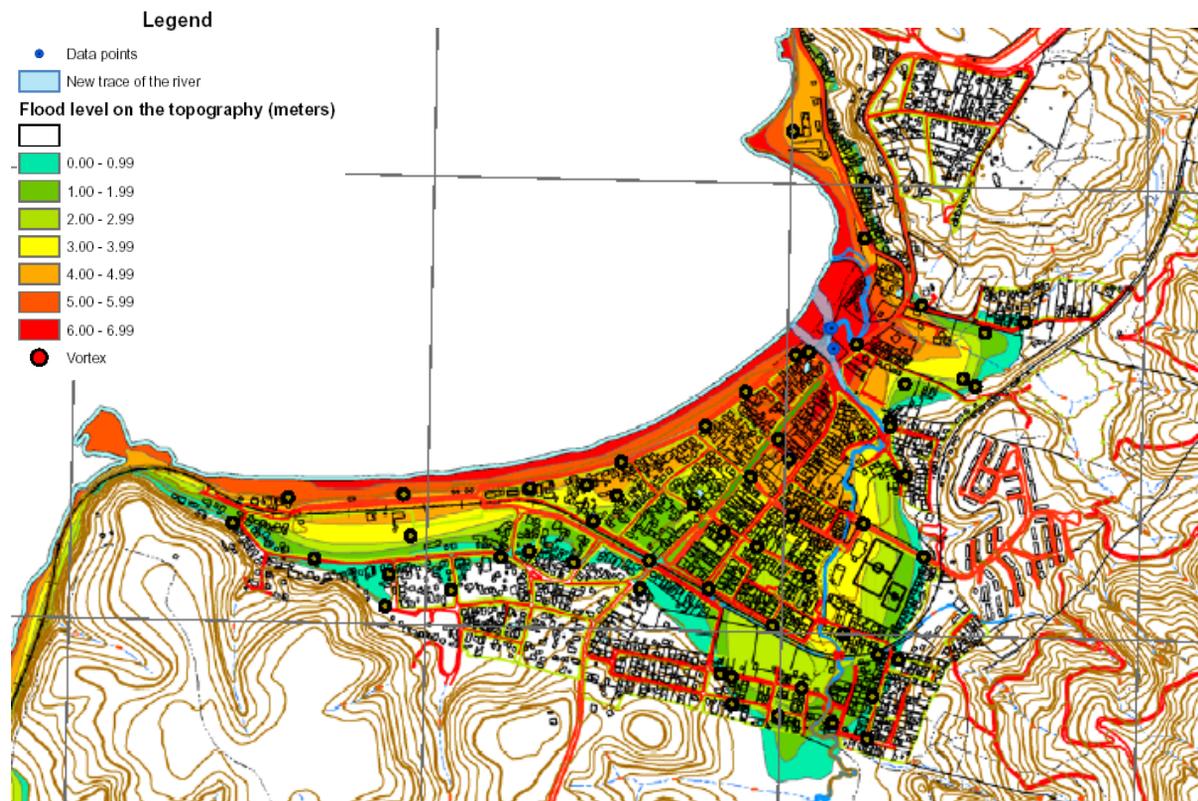
RESULTADOS:

El tren de olas del tsunami tuvo un alcance aproximado de 2.2km hacia el interior del estuario de la bahía de Dichato, completando aproximadamente **4 Km** sobre la bahía. Se muestra una concentración de energía a medida que la orografía se cierra, generando un efecto embudo, que concentra el flujo en las zona más baja hacia el interior.



Imagen 13: Fuente; Fotografía aérea, reconocimiento de Dichato, GEER report 2010, pág. 223

Dichato



Img: 14: Detalle plano de impacto de Tsunami, Dichato, Chile.

Por sus características presenta una propia zona de concentración de energía, local, por sobre la del total de la bahía.

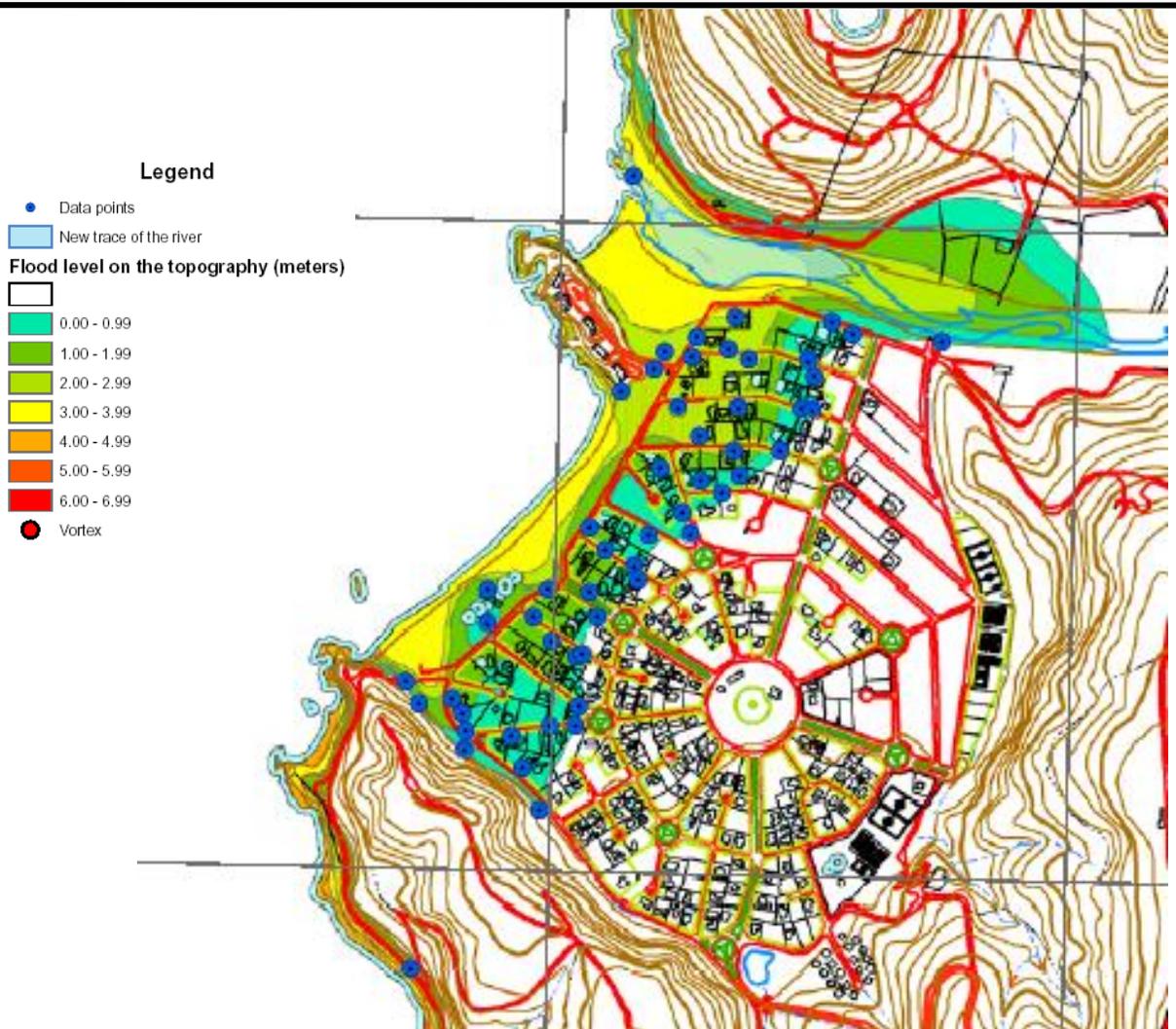
En este sector la energía se concentró en las zonas aledañas al río Dichato en donde prácticamente desapareció toda la edificación.



Img: 15: Nueva desembocadura del río Dichato.

La desembocadura del río, sufrió el desplazamiento de su fuente original, generando varias salidas al mar, tal como lo muestra el plano de impacto.

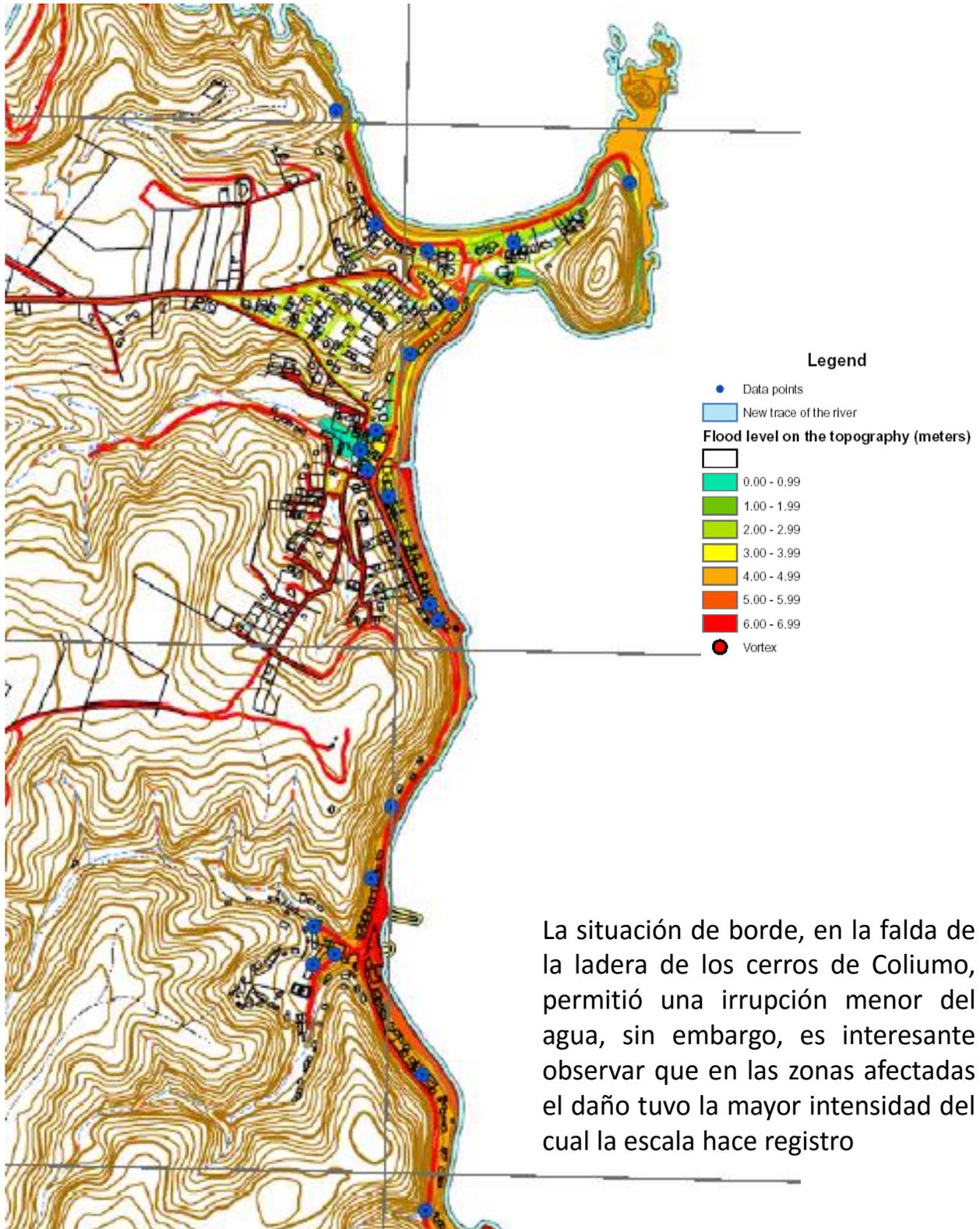
Pingüeral



Img: 16: Detalle plano de impacto de Tsunami, Pingüeral, Chile.

Es interesante constatar como por la posición relativa dentro de la bahía de Dichato, Pingüeral no es parte de la concentración de agua como en los sectores que están más hacia el interior, por lo que si bien el sector representa riesgo debido a la altura de las olas, el alcance de las mismas fue mucho menor que en el resto de los asentamientos.

Coliumo



La situación de borde, en la falda de la ladera de los cerros de Coliumo, permitió una irrupción menor del agua, sin embargo, es interesante observar que en las zonas afectadas el daño tuvo la mayor intensidad del cual la escala hace registro

Capítulo II

COMPORTAMIENTO DE LAS DIFERENTES ARQUITECTURAS FRENTE AL IMPACTO DEL TSUAMI, CASO ESPECÍFICO LOCALIDAD DE DICHATO

Método de trabajo

DEFINICIÓN DE IMPACTO SOBRE LA ARQUITECTURA LOCAL:

Se buscaba entender como había reaccionado las diferentes arquitecturas al impacto del tsunami, y definir cuales estructuras sufrieron más daño y cuales no.

De la misma forma, se buscaba generar evidencia que permitiera re-pensar la manera de construir en zonas de riesgo como las que involucra este estudio.



Img. 18. : Vivienda de dos niveles en estructura mixta, primer nivel albañilería reforzada, segundo nivel tabiquería de madera

Se utilizó para ello el catastro fotográfico de la arquitectura, la obtención de relatos aportados por pobladores y el criterio comparativo de un equipo de arquitectura-ingeniería.



Img. 19: Caja de escaleras de evacuación, edificio de departamentos las caracolas, frente a playa de Dichato.

Método de trabajo

En las zonas afectadas principalmente se constató la existencia de 4 tipos principales de estructuras, y materialidades.



Img. 20: Estructuras livianas de tabiquería, principalmente en madera



Img 21: Estructuras Mixtas, Principalmente de Albañilería reforzada en primer nivel y tabiquería en segundo nivel-

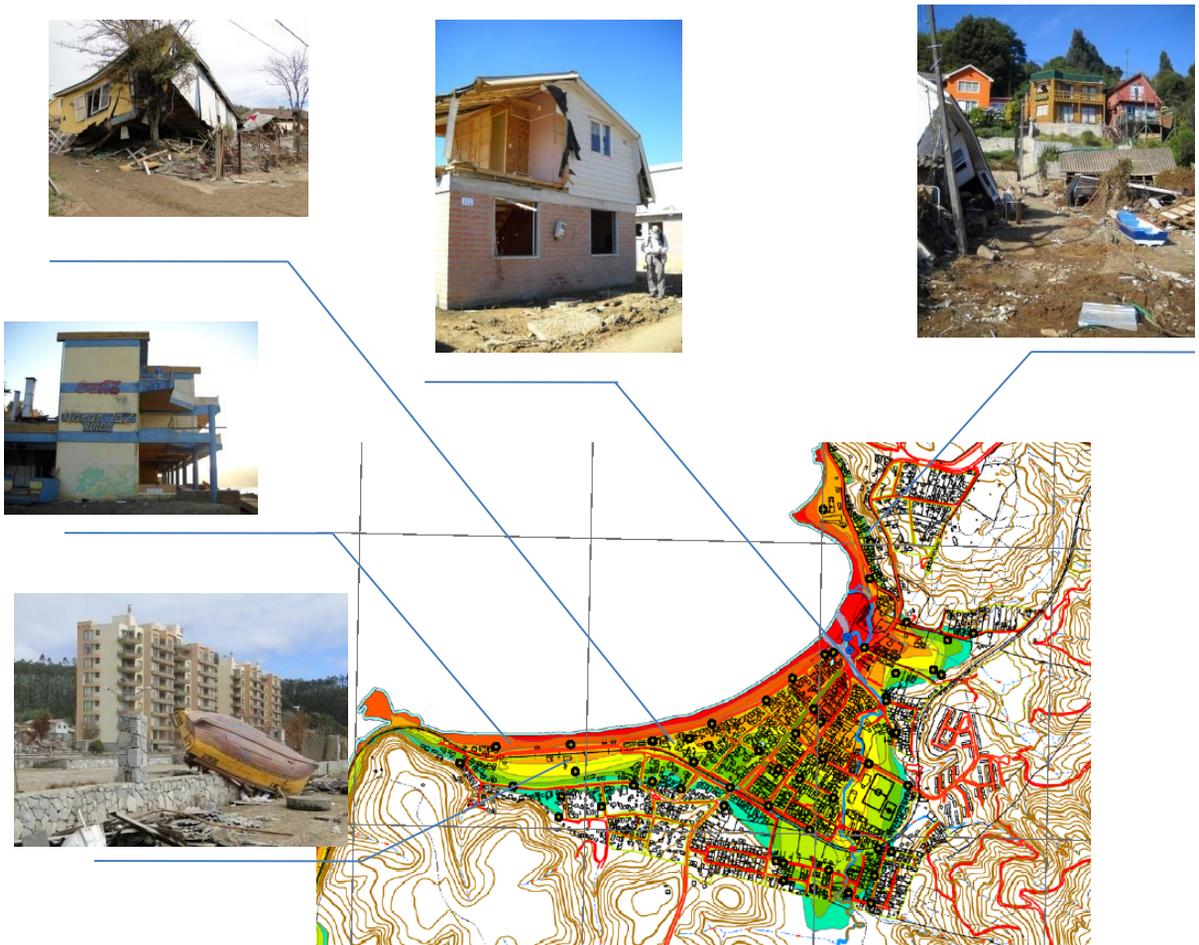


Img. 22: Estructuras de albañilería armada o reforzada de baja altura (máximo 3 pisos)



Img 23: Estructuras de Hormigón armado, principalmente en edificios, (no más de 6 casos)

Resultados



Pudimos constatar en terreno que la posición de los distintos tipos de arquitectura era bastante aleatoria en la ciudad, por lo que el análisis debía concentrarse en cómo reaccionaron dichas estructuras al paso del tsunami, considerando los distintos niveles de intensidad explicados en capítulo I.

Resultados

ESTRUCTURAS LIVIANAS DE TABIQUERÍA, PRINCIPALMENTE EN MADERA:

Son las que sufrieron el mayor daño, en muchos casos desapareciendo totalmente.

El bajo peso de la estructura y sus uniones menos rígidas permitieron el colapso de la estructura frente a la fuerza del agua.

Dependiendo de la altura de la Ola en muchos casos la estructura literalmente flotó separándose de su fundación y desplazándose de su sitio original



Img. 24, 25, 26, 27: distintos tipos de daño de viviendas de estructura liviana.

Resultados

ESTRUCTURAS MIXTAS, PRINCIPALMENTE DE ALBAÑILERÍA REFORZADA EN PRIMER NIVEL Y TABIQUERÍA EN SEGUNDO NIVEL:

En general este tipo de estructuras presentaron el daño en las zonas de tabiquería, ya que los primeros niveles de albañilería solo tuvieron daños en terminaciones y cierros.

Sin embargo, se repitió el patrón de daño, de las estructuras de madera, esta vez fueron los segundos niveles, que fueron arrancados por el agua de los anclajes con la estructura del primer nivel separándolos del resto de su arquitectura.



Img 28: Estructuras Mixtas, Principalmente de Albañilería reforzada en primer nivel y tabiquería en segundo nivel-



Img 29: Estructuras Mixtas, segundo nivel arrastrado del primer nivel de albañilería.

Resultados

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO, PRINCIPALMENTE EN EDIFICIOS:

Al igual que las estructuras de albañilería, estas arquitecturas, solo sufrieron daños en sus terminaciones y cerramientos, a pesar de que se ubican en zonas de impacto de 4 a 4,99m según los mapas de impacto de tsunami de Dichato y Pingüeral respectivamente, (págs 9 y 11)



Img. 30, frontis Edificio las Caracolas



Img. 31. edificios en Pingüeral, Fuente: <http://www.flickr.com/photos/alvo/3098995433/>



Img. 32: Daño en zócalo y primer nivel, del edificio.

Resultados



Img 33: Panorámica vertical muestra la marca del agua sobre el paramento lateral del edificio.



Img. 34: Panorámica Vertical, muestra daño sobre "zócalo de áreas comunes y primer nivel.



Img. 35: Es interesante constatar que el tsunami alcanzó los primeros dos pisos, que en el caso de la derecha se tradujo en el zócalo de espacios comunes y el segundo nivel (primer nivel de departamentos)

Conclusión general

Como conclusión general se detectó que no se han considerado los maremotos dentro de la planificación urbana de nuestras ciudades costeras o así lo muestra de ejemplo esta constatación de área de impacto, que evidencia que gran parte del casco urbano de estos asentamientos, está sobre las zonas de destrucción extrema.

Por otro lado, tampoco las arquitecturas ha tomado en cuenta estos fenómenos, respondiendo más bien a una serie de variables no determinadas por el estudio, que a la eventualidad de un tsunami ya que no se pudo determinar un patrón que nos mostrará la consideración de este tipo de catástrofes naturales en su diseño.

Por otra parte nuestro equipo no pudo encontrar ninguna clase de información similar al presente documento, que pudiese haber sido herramienta útil para los planificadores urbanos y que pudiese haber evitado esta catástrofe.

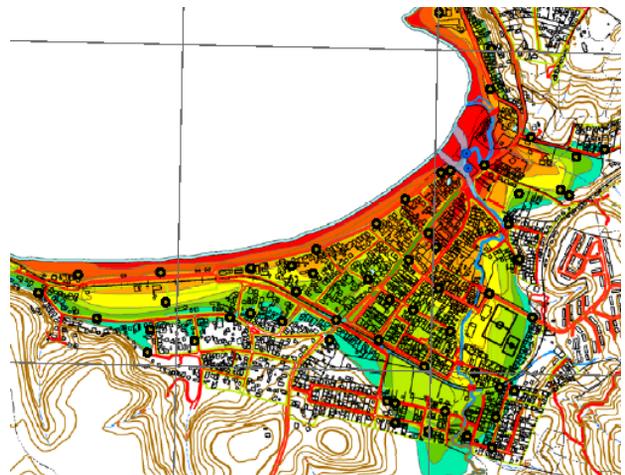
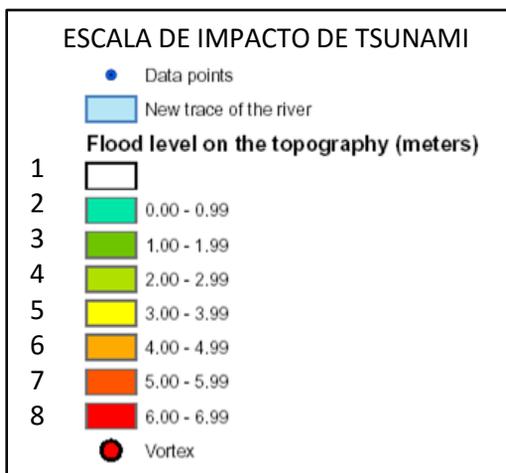
Es por ello que se hace imperiosa la necesidad de establecer un departamento institucional o gubernamental que haga investigación continua y permanente en el tiempo, sobre esta clase de acontecimientos, que produzca información disponible al público fácil y gratuitamente y que pueda ser usada como un insumo de diseño o de cualquier emprendimiento urbano o social.

Conclusiones específicas:

A nivel urbano considerando el nivel de destrucción catastrado, se concluye que las zonas 8, 7 y 6 demuestran a juicio de nuestro equipo que no es recomendable la construcción de tipo residencial, equipamiento o comercial, pudiendo concentrar en esa zona, las áreas verdes de la ciudad, espacios públicos y equipamientos al aire libre, que en combinación con buenas rutas de evacuación y un organizado y estudiado plan de prevención a tsunamis, permita el desalojar rápidamente esos puntos.

Paralelamente en las zonas 5 y 4 evaluar localmente el tipo de construcción permitiendo una densidad menor y como vimos en el caso de los edificios permitiendo zócalos mayores a un piso.

Se descartan para estos sectores la construcción en estructuras livianas, sugiriéndose sólo considerar hormigón armado o albañilería.



Por otro lado en las zonas 3, 2 y 1 en adelante concentrar la mayor densidad.

No obstante a lo expuesto, es muy importante aclarar que según la intensidad y posición de un terremoto, el efecto del tsunami puede variar pudiendo ser mayor al estudiado en el presente documento, es por ello que la planificación debe poner en valor la necesidad que tenga la ciudad de acercarse al mar y aunar criterios estudiadamente.

Por último, es fundamental dejar en claro que a pesar de una buena planificación, es imprescindible la generación de sistemas de alerta efectivos y buenos planes de evacuación, conocimientos que deben estar arraigados en el colectivo social, ya que es esto, la herramienta final para prevenir desastres y pérdida de vidas humanas.

Referencias

Geo-engineering Extreme Events Reconnaissance association:

http://www.geerassociation.org/GEER_Post%20EQ%20Reports/Maule_Chile_2010/Cover_Chile_2010.html

www.usgs.gov:

<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/shakemap/global/shake/2010tfan>

www.terremotochile.com:

<http://terremotochile.com/mapas-del-epicentro-del-terremoto/>

Agradecimientos:

- Residentes de la bahía de Dichato
- Geo-engineering Extreme Events Reconnaissance association.
- VALE, exploring Chile.
- ZOA consulting
- Ariela Lagos Jara, Bibliotecóloga, Universidad de Concepción

Notas:

Descárgalo en: www.zoa.com/terremoto

Consúltas o sugerencias a :

terremoto.prepare@gmail.com

Búcanos en facebook en; ¿terremoto?prepárate