

Operations

National Seismological Center

CSN

Sebastián Riquelme M.
May 25th, 2015



Before we started

- GSN: LVC, LCO, RPN
- GEOSCOPE: PEL, COYC
- CX Network already Installed by GFZ (Günter Asch) 16 stations + 4 IPGP stations.
- C Network: LMEL, ROC1, STL, CL2C, FAR, CHRN.
- GPS Network: CALTECH, IPGP, ENS (Ruegg-Vigny), UDEC (JCBaez), CAP, GFZ.

Kick-off (2012-2013)

- GRO Network (IRIS)
- Analysts 24/7
- Automatic Location and Magnitude (Early Bird)
- Antelope (GRO Stations)
- W-phase

good.....

but **not good enough** for monitoring earthquakes in real-time

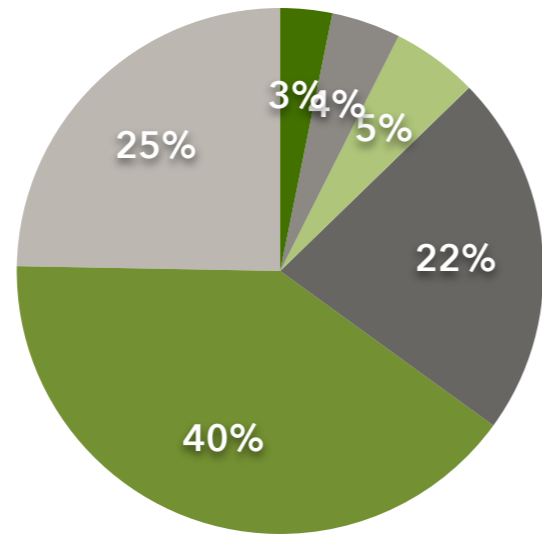
To start, what we considered necessary?

- More stations (**we still need more**)
- A place that could collect seismic data: DATACENTER (we still need a few more).
- Robust Communications systems.
- Redundancy on instruments and a satellite hub in our building.
- **Manuals, Procedures and Protocols**
- **Money...** but before, we knew what [we had to do](#)
- [Monitoring Earthquakes as fast and accurate as possible\(not perfect\).](#)

CSN BUDGET

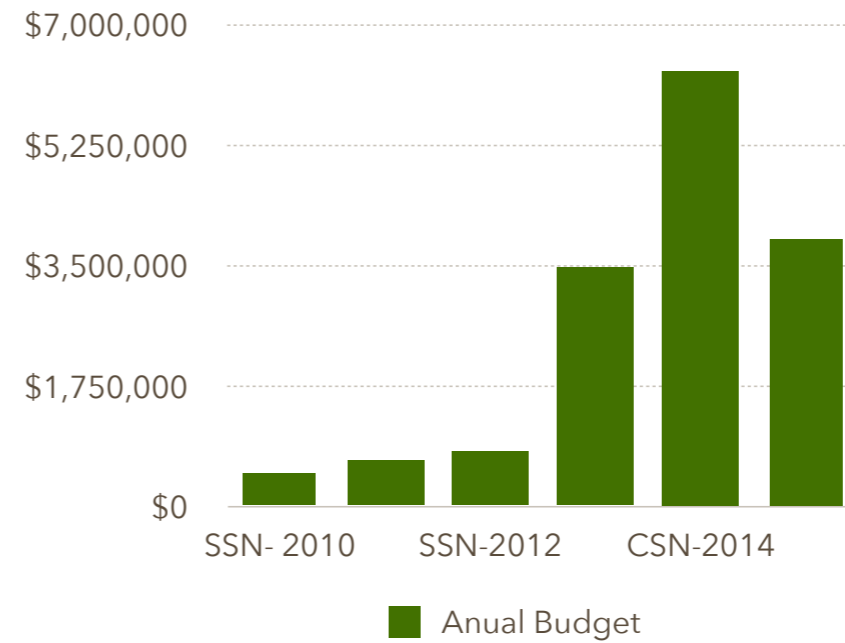
Evolution of CSN Budget trough the years.

ACTUAL SUMMARY



- SSN- 2010 ● SSN-2011 ● SSN-2012
- CSN-2013 ● CSN-2014 ● CSN-2015

ANUAL BUDGET PER YEAR

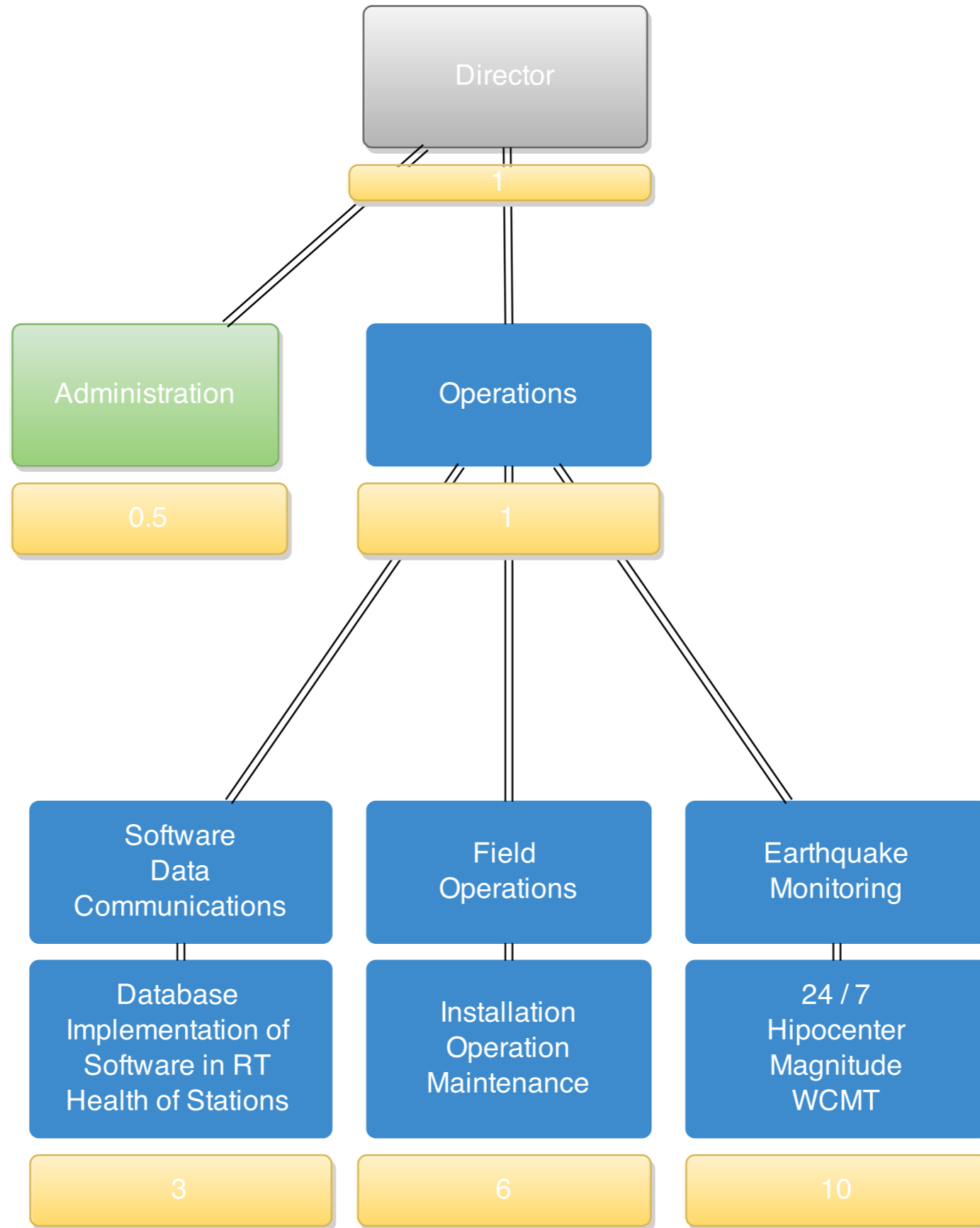


ANUAL CSN BUDGET

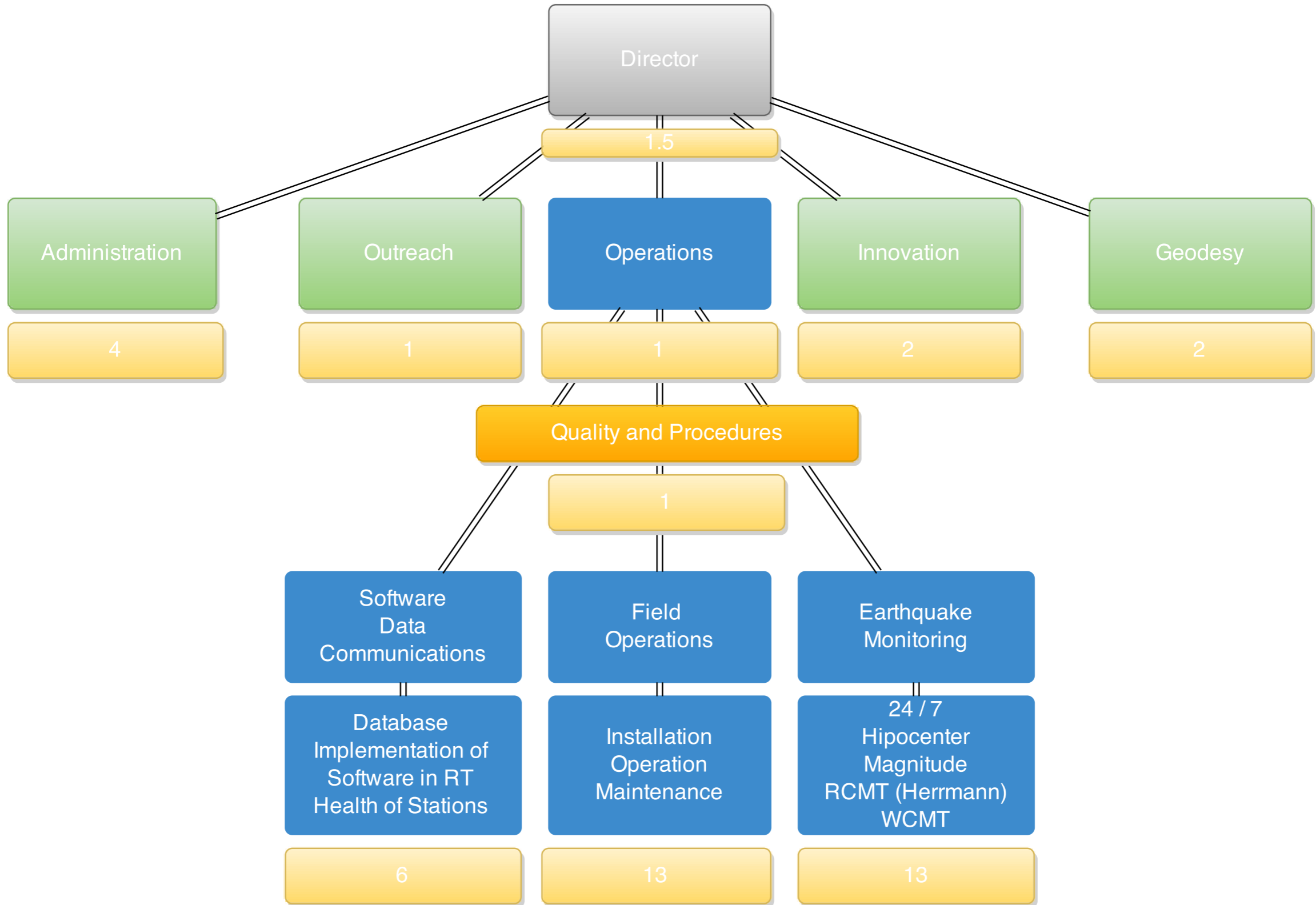
Year	Annual Budget	Source of Funding
SSN- 2010	\$500,000	Ministry of Education
SSN-2011	\$666,667	Ministry of Education
SSN-2012	\$833,333	ONEMI + Ministry of Education
CSN-2013	\$3,500,000	ONEMI
CSN-2014	\$6,333,333	ONEMI
CSN-2015	\$3,883,333	ONEMI
Total	\$15,716,667	



2012

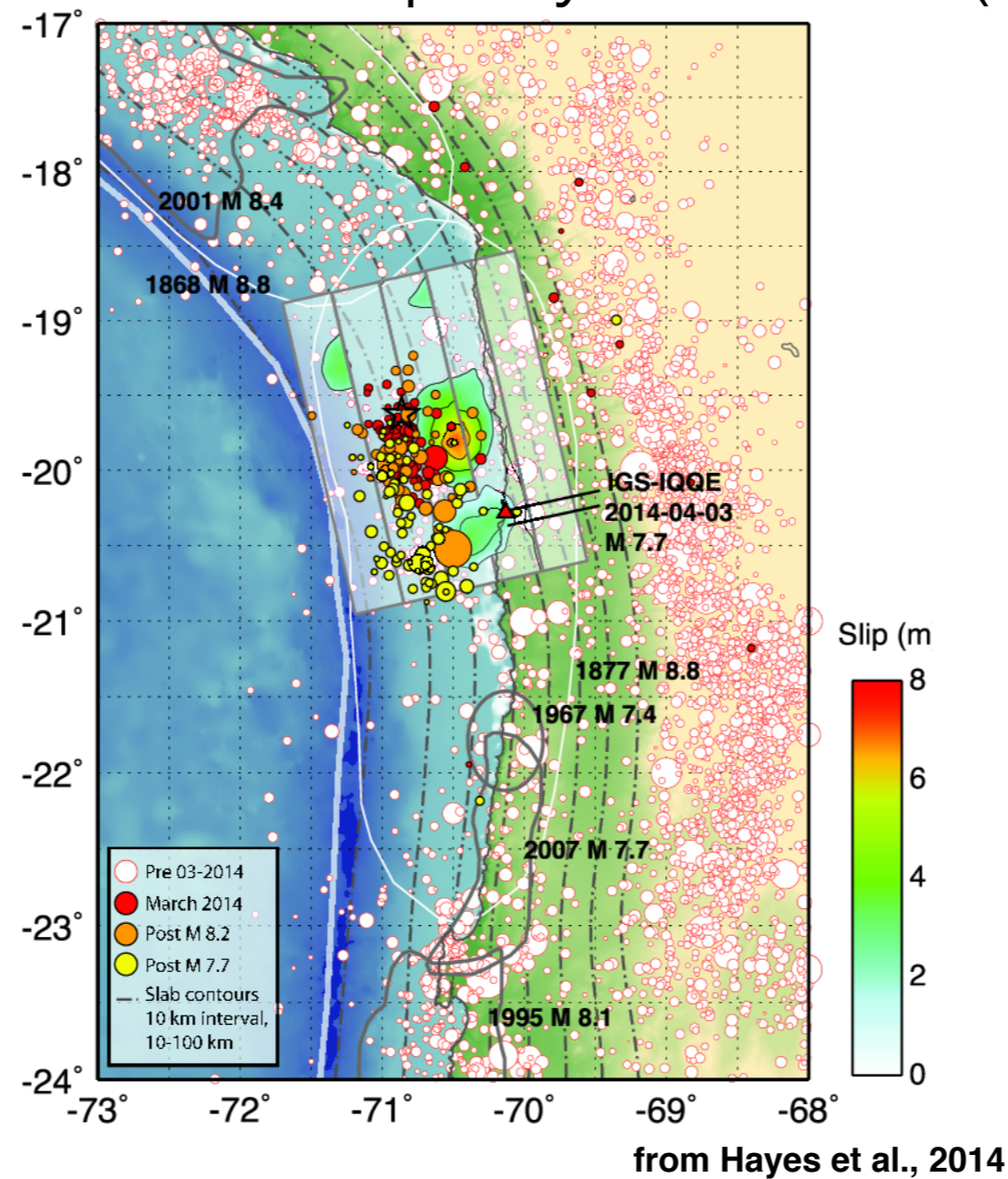


2015



Initial Plan

- Install 10 to 12 stations per year... but (un)fortunately



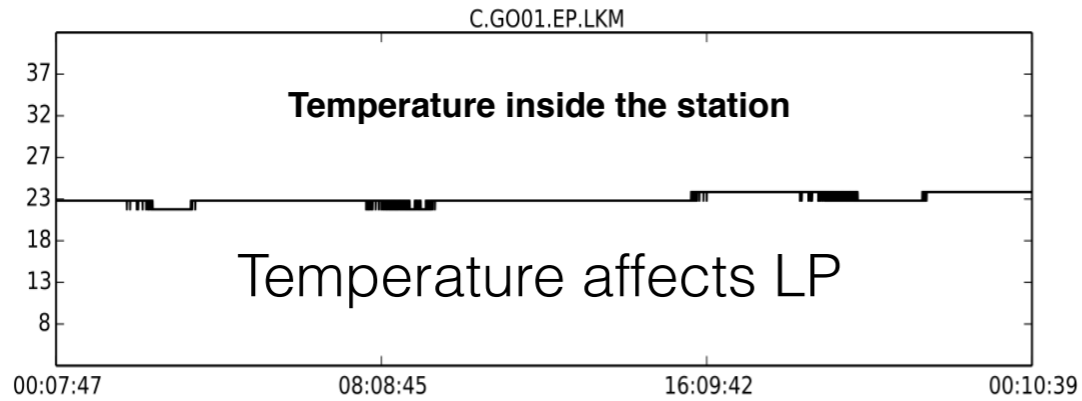
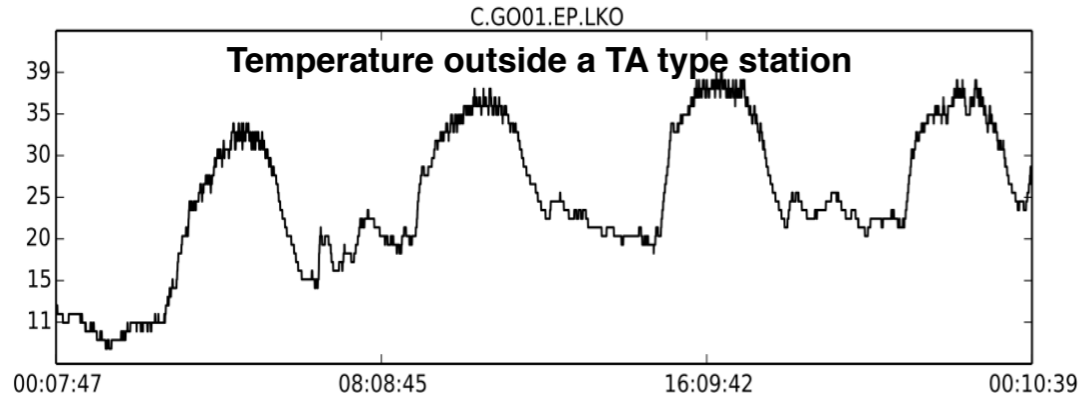
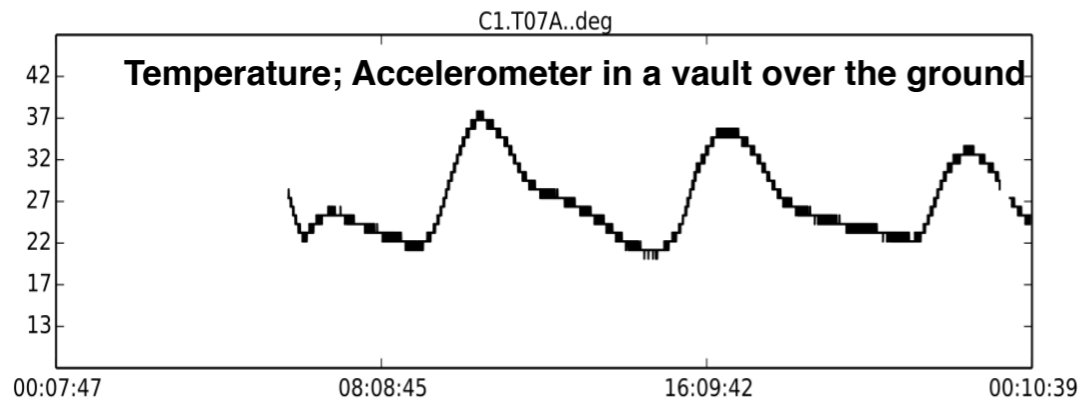
- so we have to install faster

- Why fortunately?
- As the government requested to finish the network as soon as possible, this opened up opportunities
- How can we go faster?
- Transportable Array.
- The TA moves 200 to 300 stations every year.

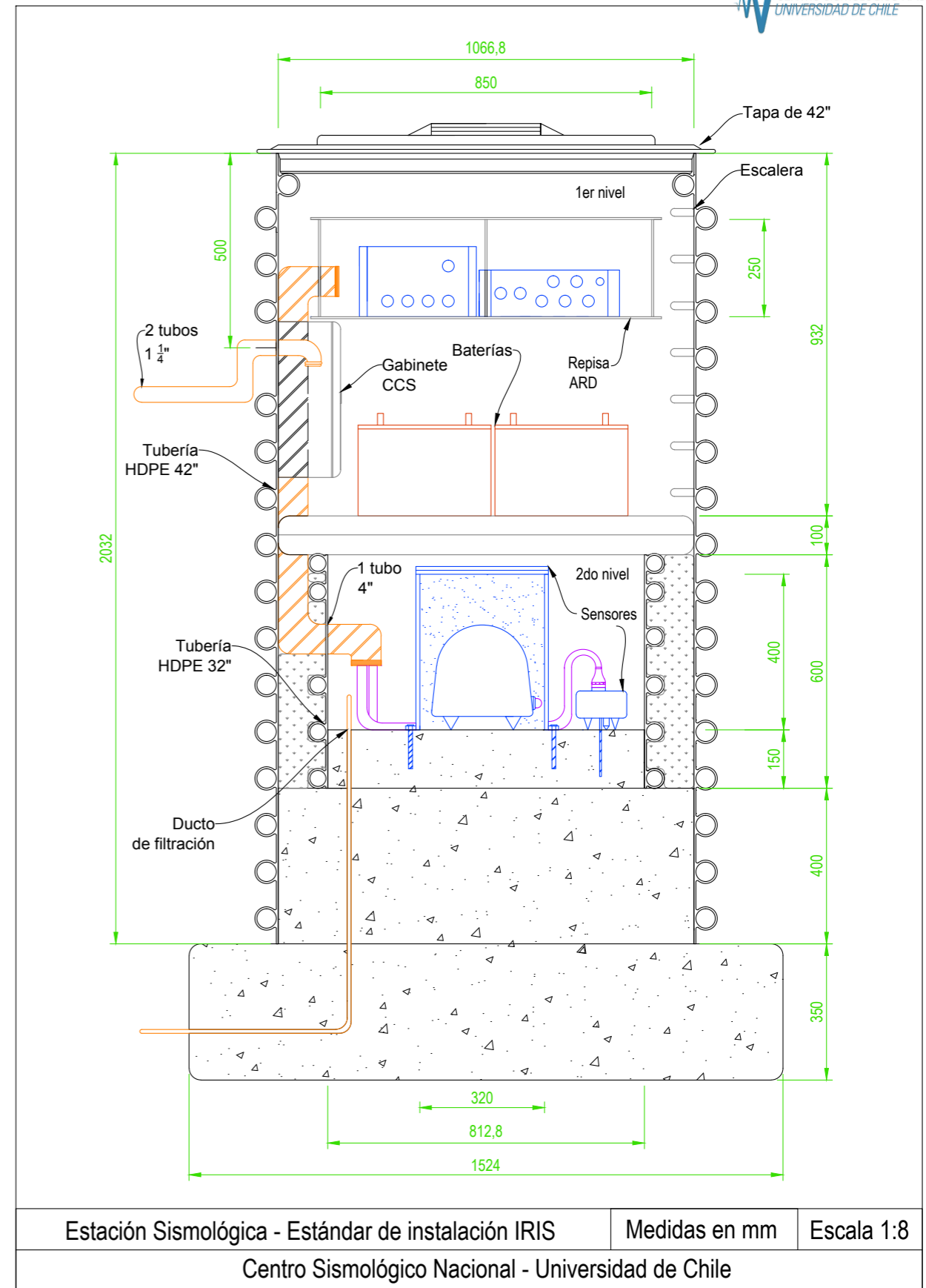
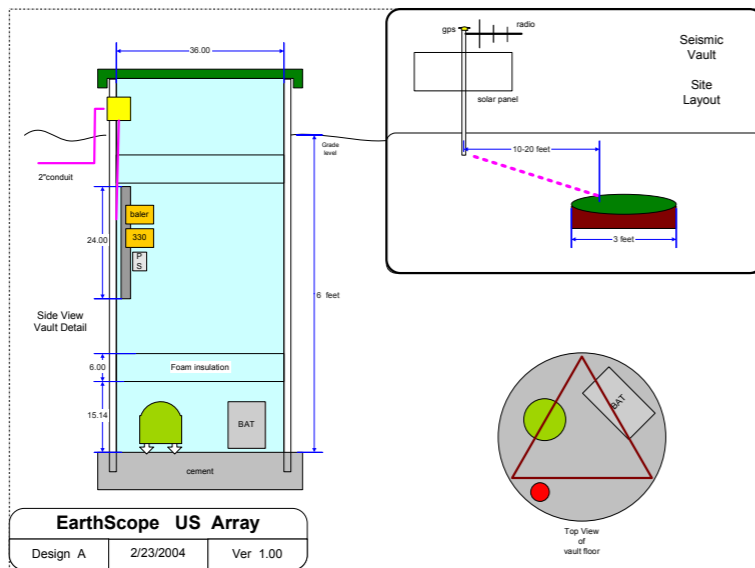
What from the TA could make us to install faster?

- Every station is equal (**essential to build a network**)
- No room for improvisation
- Robust design (T° and H%)
- Modular Stations
- Reliable power supply (6W/hr)
- Proven in extreme weather conditions
- Type of soil: Rock or Sediment, it doesn't matter.
- Busby's rule of thumb "1,5 mt in hard rock, same as 3 mt in sediment"

Temperature Variation



Temperature affects LP



Estación Sismológica - Estándar de instalación IRIS

Medidas en mm

Escala 1:8

Centro Sismológico Nacional - Universidad de Chile

Station Building Tasks

Reconnaissance- which may involve office evaluation, field visits, landowner interaction but ends with the selection of a Candidate Site-that is a site for which we will seek a permit. Produces a recon report, which includes the outline of how the specific station will be provisioned including power and communication strategy. **Usually this takes a year before the installation!!!**

Permitting- meaning the negotiation with landowner, paperwork necessary to obtain written permission to access the property and to install a station. Permits and the expertise to acquire them increase in complexity from a simple private landowner agreement, through cooperative ownerships, corporate ownership to state managed lands.

Construction- digging a hole, pouring concrete, trenching cables and erecting a mast. This task can be accomplished by a backhoe operator and a laborer assistant. While construction details are important for good quality data, the task itself does not require scientific expertise.

Installation- installation of electronics, power system, communication system and sensor. Generally ends with data communication back to CSN. This step involves detailed understanding of seismic instrumentation, communications and power electronics and requires at least one highly trained person on site.

Lodges: Luxury Hotels in quiet places (far away from people, roads, towns, communications and electrical towers) mainly located in southern Chile



-Safe from vandalism
-Almost No sources of noise
Most Important:
They want to have a seismic station

Manuals and Procedures

El sitio propuesto para la ubicación de la estación sismológica...

Santiago, 15 de 01 de 2015

Carreteras, Caminos	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 1.5 km de carreteras principales?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 200 m de calles/caminos secundarios?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
Bombas, pozos, canales	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 4 km de canales de riego?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 2 km de estaciones de bombeo/bombas de riego?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 200 m de pozos de agua residenciales?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 200 m de bombas pequeñas residenciales?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
Agua	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 3 km de ríos con represas o embalses?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 1 km de ríos con aguas bravas?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 400 m de riachuelos/arroyos?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 8 km del océano?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra ubicado dentro de un área propensa a inundaciones?	SI	NO	Si la respuesta es SI, especificar distancia a estación.
Objetos con altura	¿Se encuentra a una distancia 2 veces la altura del árbol/poste/mástil (cercano) más alto?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
Instalación de producción	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 3 km de instalación(es) de producción (petróleo, energía eléctrica, minería, etc.)?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
Vía férrea	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 3 km de vías férreas sobre condiciones de suelo normales?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 10 km de vías férreas sobre cuencas sedimentarias?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar distancia a estación.
Generadores	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 2 km de generadores de energía de gran envergadura?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar profundidad, distancia a estación y frecuencia.
	¿Se encuentra a una distancia MAYOR a 200 m de generadores de energía medianos/pequeños?	SI	NO	Si la respuesta es NO, especificar profundidad, distancia a estación y frecuencia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ESTACIÓN SISMOLÓGICA

Centro Sismológico Nacional – Universidad de Chile

El Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile, en adelante e indistintamente CSN-UCH, tiene como fines y objetivos recolectar, procesar, analizar y difundir oportunamente toda la información y características acerca de cualquier fenómeno sísmico que afecte el territorio nacional.

Dada la ausencia de estaciones de monitoreo sísmico en el país, el CSN-UCH considera que la existencia y el aumento de estaciones sismológicas contribuye significativamente con los fines y objetivos previamente mencionados, como también en resguardar la seguridad del país ante desastres naturales.

La construcción de una estación sismológica tiene impacto directo en la calidad de los datos que registra; es por ello que debe proporcionar protección contra factores externos como humedad, ruido, variaciones de temperatura, vandalismo e inundación entre otros; garantizar contacto mecánico apropiado de los sensores sísmicos con el lecho rocoso; y poseer el espacio adecuado para que acceda una persona que realiza mantenimientos esporádicos o permanentes, como también para que el equipamiento necesario se distribuya de manera óptima.

1

- Technical Specifications
- Reconnaissance
- Permitting
- Installation & Telemetry



Labores Instalador

- Conectar el circuito de baterías al controlador de carga pasando el cable por del agujero de la parte inferior el gabinete.
- Conectar cables de ambos sensores al digitalizador. Generalmente se asigna el *input* "SENSOR A" al acelerómetro y el *input* "SENSOR B" al sensor Banda Ancha.
- Conectar cables de energía de digitalizador y *data logger* al controlador de carga.
- Verificar si el controlador de carga se encuentra trabajando de manera óptima.
- Realizar las respectivas conexiones de comunicaciones al *data logger*.
- Una vez que esté todo verificado y conectado, proceder a encender el digitalizador y el *data logger* conectando ambos cables de energía. Verificar secuencia adecuada de encendido de equipos.
- Fijarse de que en el interior de la cámara no queden cables sueltos; en lo posible, se deben unir con amarras plásticas y fijarlos. Procurar no dejar madera dentro de la cámara por problemas con termitas.
- Recibir el laptop entregado por el Ayudante para ingresar al programa *Willard* y verificar virtualmente el comportamiento del digitalizador, *data logger* y sensores.

2



Labores Ayudante

- ORDENAR el espacio de trabajo y guardar equipos/herramientas en el vehículo. Dejar el espacio, en lo posible, tal cual a cómo se encontraba antes del terreno.
- Entregar el laptop de terreno al Instalador.

4

Elizabeth Espina
Cargo Gerenta Hotel Espejo de Luna

Presente

De mi consideración,

El Centro Sismológico Nacional (CSN) institución dependiente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, tiene como fines y objetivos recolectar, procesar, analizar y distribuir oportunamente, y especialmente a las autoridades, toda la información y características de cualquier fenómeno sísmico que acontezca en el territorio nacional.

Dada la ausencia de una cantidad suficiente de estaciones de monitoreo sísmico en la zona, el CSN considera que la existencia de una estación sismológica en el *Hotel Espejo de Luna* sitio que corresponde a las siguientes coordenadas geográficas: 42.833285°O, 73.479894°S; contribuye significativamente con los fines y objetivos previamente mencionados.

La capacidad que tiene una estación sismológica para detectar sismos y la calidad de los datos que registra se encuentra íntimamente ligada a las características locales del sitio en que se ubica, como también a la manera en que se construye, instala y mantiene. La construcción de una estación sismológica consiste en una cámara hermética de dos niveles subterráneos; en el primer subterráneo se instalan los equipos para la adquisición-registro de datos y baterías; en el segundo subterráneo – más profundo – se ubica una cámara más pequeña que alberga los sensores sísmicos. Un conjunto de estructuras, a nivel de superficie, que sustentan las antenas para comunicaciones radiales y satelitales, conjuntamente con los paneles solares, son protegidas por un cierre perimetral seguro que se ubica a una distancia no mayor a 20 metros de la cámara. Para asegurar el funcionamiento continuo de la estación sismológica, se debe considerar la mantención de la misma, lo que implica realizar limpieza de los paneles solares así como cambio periódico de baterías.

Por medio de la presente quisiera solicitar a Ud. las facilidades para realizar la construcción, instalación y mantenimientos posteriores de una estación sismológica en la localidad descrita en el párrafo segundo.

De ocurrir daño a los equipos producto de vandalismo, robo, o algún evento climático extremo, entendemos que no existe responsabilidad alguna por parte de ustedes y el CSN tomará las medidas correspondientes.

Sin otro particular, y esperando que esta solicitud sea acogida favorablemente,

Saluda atentamente a Ud.

SERGIO BARRIENTOS
Director
Centro Sismológico Nacional

3



Avda. Blanco Encalada 2002, Santiago, CHILE ☎ (56 2) 2978 4303 - (56 2) 2978 4371 • www.csn.uchile.cl

Labores Instalador

Ingreso del Instalador a la estación

Acondicionamiento del espacio

- Retirar repisa removible y pasarla al Ayudante. Este paso aplica sólo para el diseño de cámaras **Krah**, en que la repisa es del mismo material que los tubos y es removible.
- Ingresar al interior de la cámara y retirar ambas tapas semiluna inter nivel; pasarlas al Ayudante una a la vez.
- Recibir escoba, cepillo, pala y espátula entregada por el Ayudante.
- Verificar si se encuentran canalizados, a través del tubo DN 63 mm (2"), los cables respectivos:
 - 1 cable antena GPS para digitalizador.
 - 1 cable de tierra para digitalizador.
 - 1 o más cables UTP o similares para realizar comunicaciones radiales, satelitales.
 - 1 o más cables de energía para energizar equipos dentro de la cámara.
 - 1 alambre "laucha" para realizar modificaciones.
- Medir y registrar profundidad de cámara, desde el piso de concreto hasta el borde superior.
- Con la espátula y el cepillo retirar los residuos de hormigón que quedan en la pared de la cámara durante el proceso de construcción.
- Limpiar el piso de concreto con ayuda de una pala y un cepillo.



Labores Ayudante

Ingreso del Instalador a la estación

Acondicionamiento del espacio

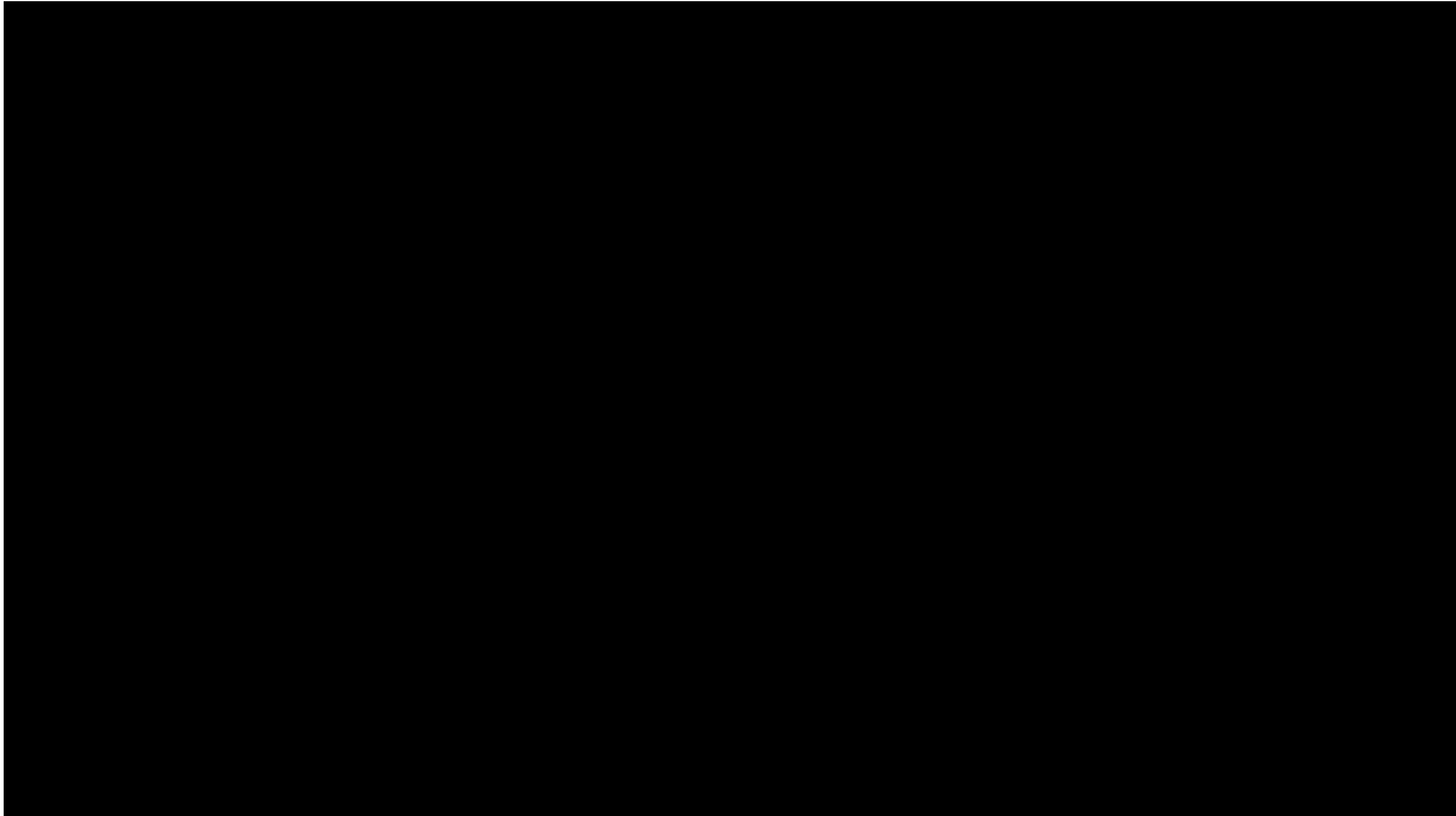
- Recibir repisa removible entregada por el Instalador. Este paso aplica sólo para el diseño de cámaras **Krah**, en que la repisa es del mismo material que los tubos y es removible.
- Recibir ambas tapas semilunas inter nivel, una a la vez, y colocarlas debajo de la tapa de la cámara.
- Entregar al Instalador escoba, cepillo, pala y espátula.
- Colocar el nivel de aluminio (mínimo 1.2 m de largo) sobre el borde de la superficie de la cámara y verificar que la estación se encuentra nivelada. Tomar una fotografía del nivel.
- Preparar el APS: utilizar el nivel de aluminio para que sirva como soporte de APS, afirmarlo idealmente con velcro o con amarras plásticas. El APS utiliza dos antenas GPS para determinar la orientación, es decir en qué dirección se encuentra el Norte real. Es importante que exista buen cielo; despejado, sin lluvia, ni personas alrededor. No amarrar el APS desde sus dos GPS, sólo de la barra central. Ver Anexo N°1. Si se utiliza brújula para determinar el Norte real, es sumamente necesario saber la declinación magnética correspondiente a la ubicación del sitio.



Ahora los sismos en Puerto Natales se pueden medir inmediatamente

En las últimas semanas el Centro Sismológico Nacional (CSN) ha estado instalando nuevas estaciones sismológicas en el extremo sur del país. "En total, son 65, que consisten en sensores de velocidad, desplazamiento y aceleración del suelo. Estamos instalando estos instrumentos a lo largo de todo Chile, especialmente en las zonas que estaban menos cubiertas sismológicamente", explica Sergio Barrientos, director del CSN. "La idea es detectar cualquier temblor superior a magnitud 3 que ocurra en el país. En la zona sur no teníamos muchas estaciones. Ahora instalamos en Puerto Natales e Isla Riesco (Región de Magallanes). Y en Los Muermos, Petrohué, Puyuhuapi y dos en Chiloé (regiones de Aysén y Los Lagos)", explica el sismólogo. "Es lo último en tecnología. Poder medir el desplazamiento en la zona de ruptura en tiempo real, con muy poco error, era algo que no era posible hasta hace un año. Ahora podremos hacerlo. Para el 27F nos demoramos más de dos semanas en tener esa información. Ahora la podremos ver al par de minutos en los computadores. Ese dato es crucial para determinar si un terremoto puede generar un tsunami", asegura Barrientos.





Video of Whys?

Learning process is not successful if you don't internalise explanations.

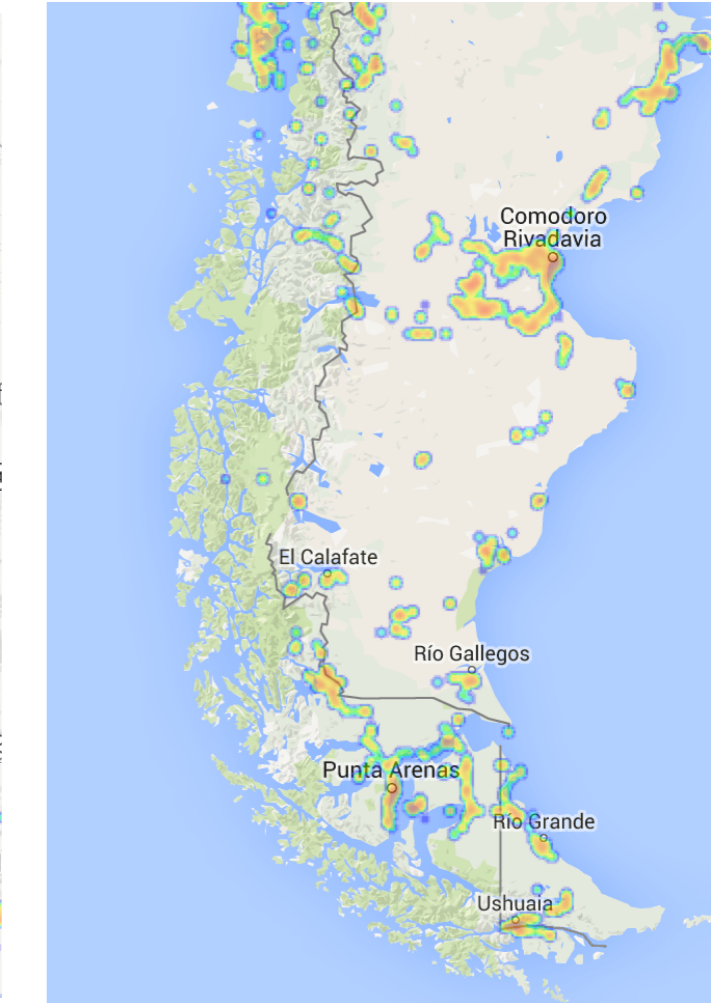
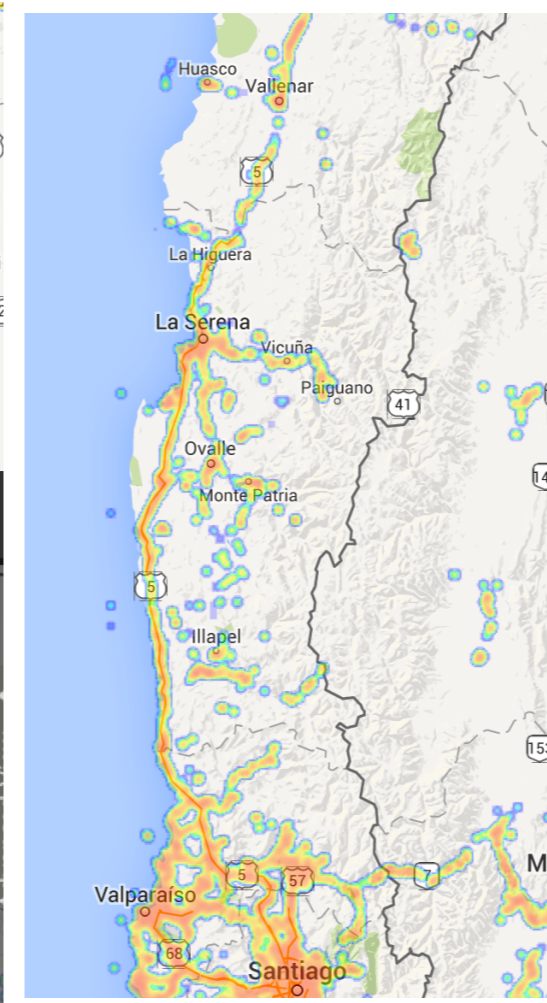
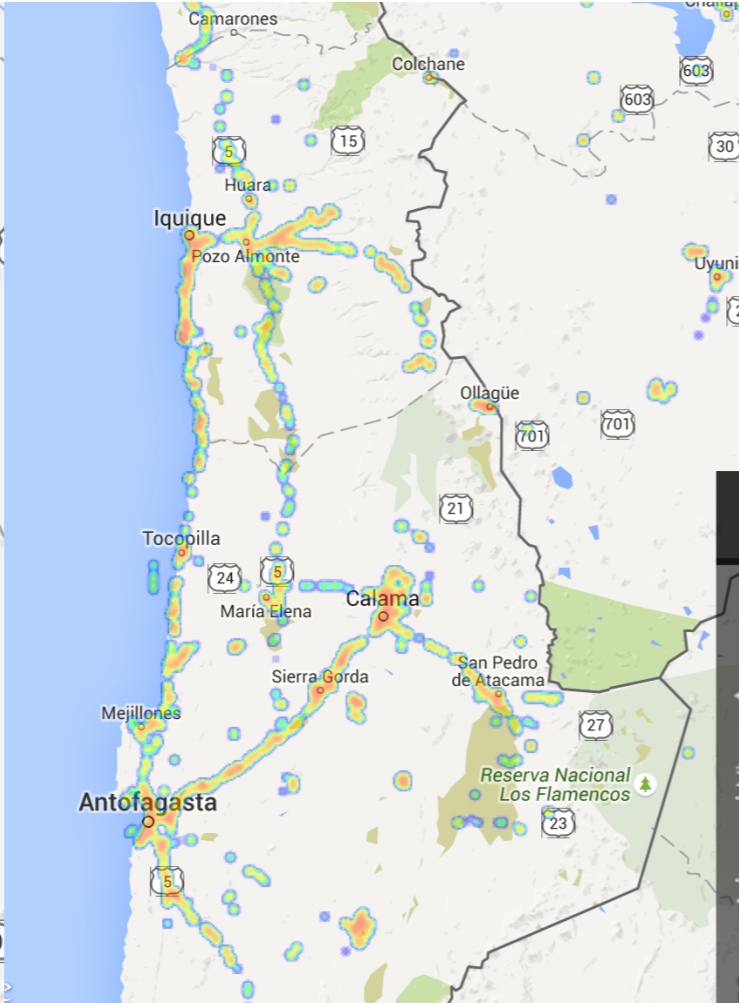
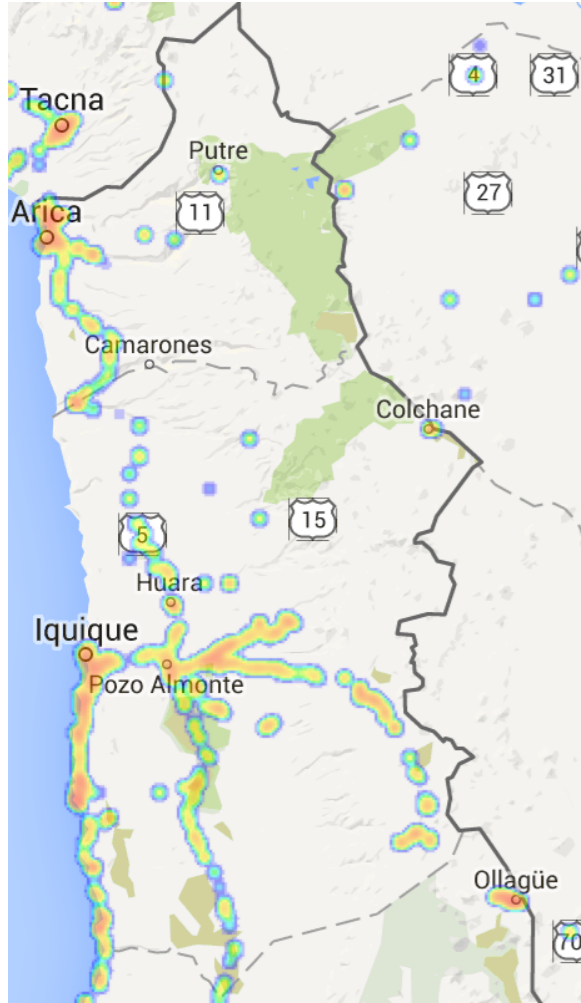
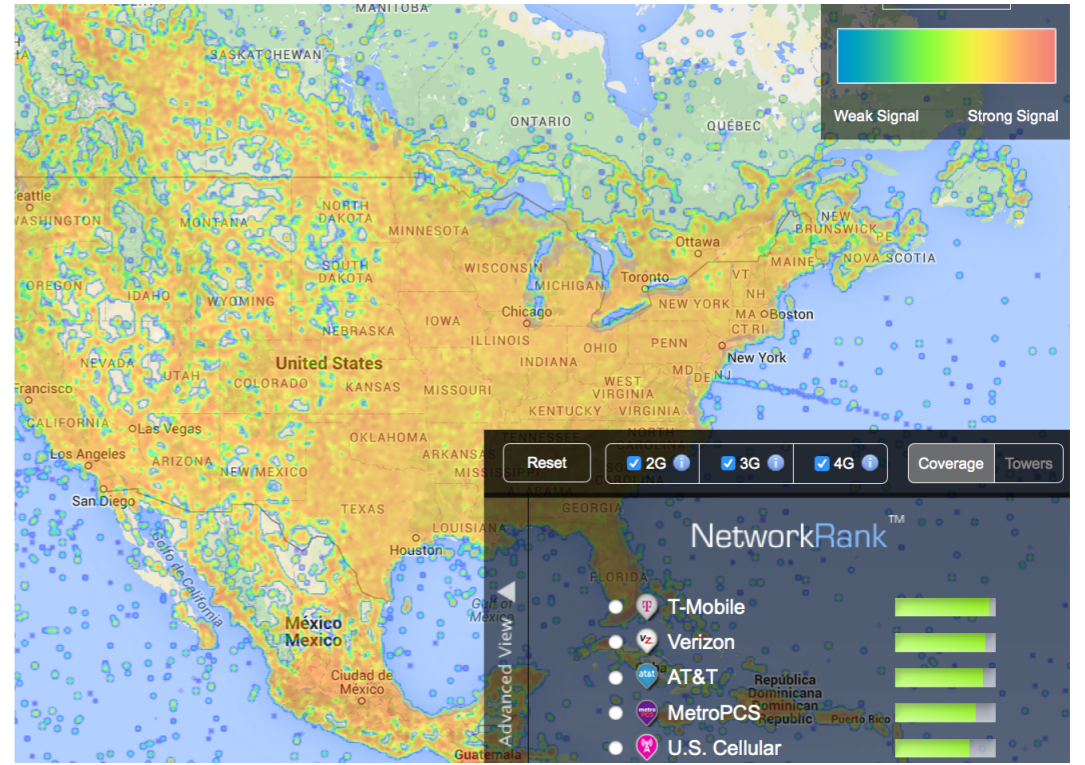
Communication Variety



- V-SAT 90%
- Radio 1% (**topography**)
- Radio-Internet 1%
- Radio-DGAC (Internet more reliable) 6%
- 3G (Not reliable) (2)

- Cell modems 85%
- VSAT systems 14%
- Internet via host 1%

• www.opensignal.com

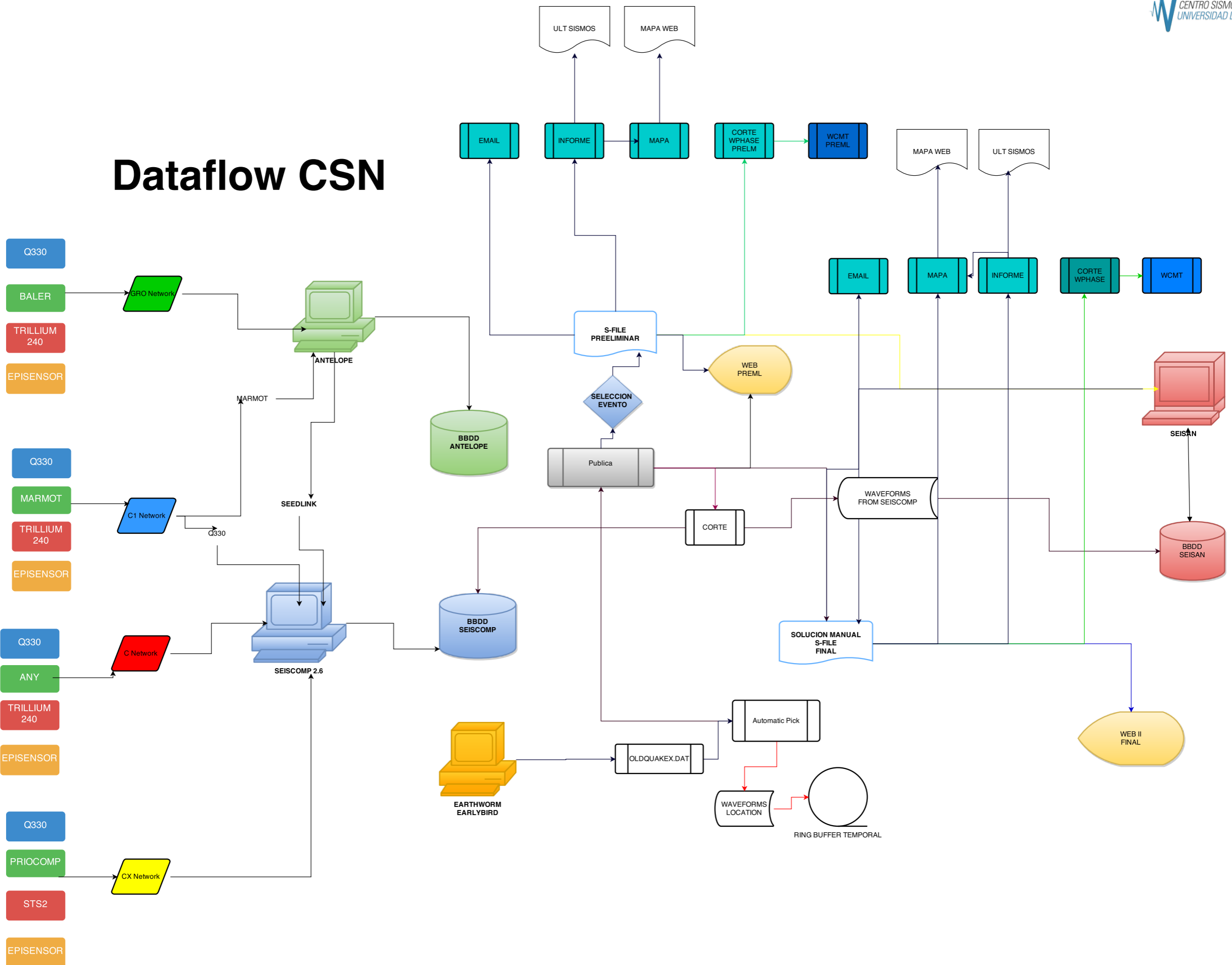


Technical problems that we currently face

- Energy: beyond latitude 40°S V-SATs need more batteries and solar panels.
- Time data availability
- Vandalism. Solar Panels.
- GPS incorporation; design and power supply.
- Bandwidth (GPS-RTX)
- Public Offices (Schools, Municipalities) in Chile are not reliable.
- Poor communication system



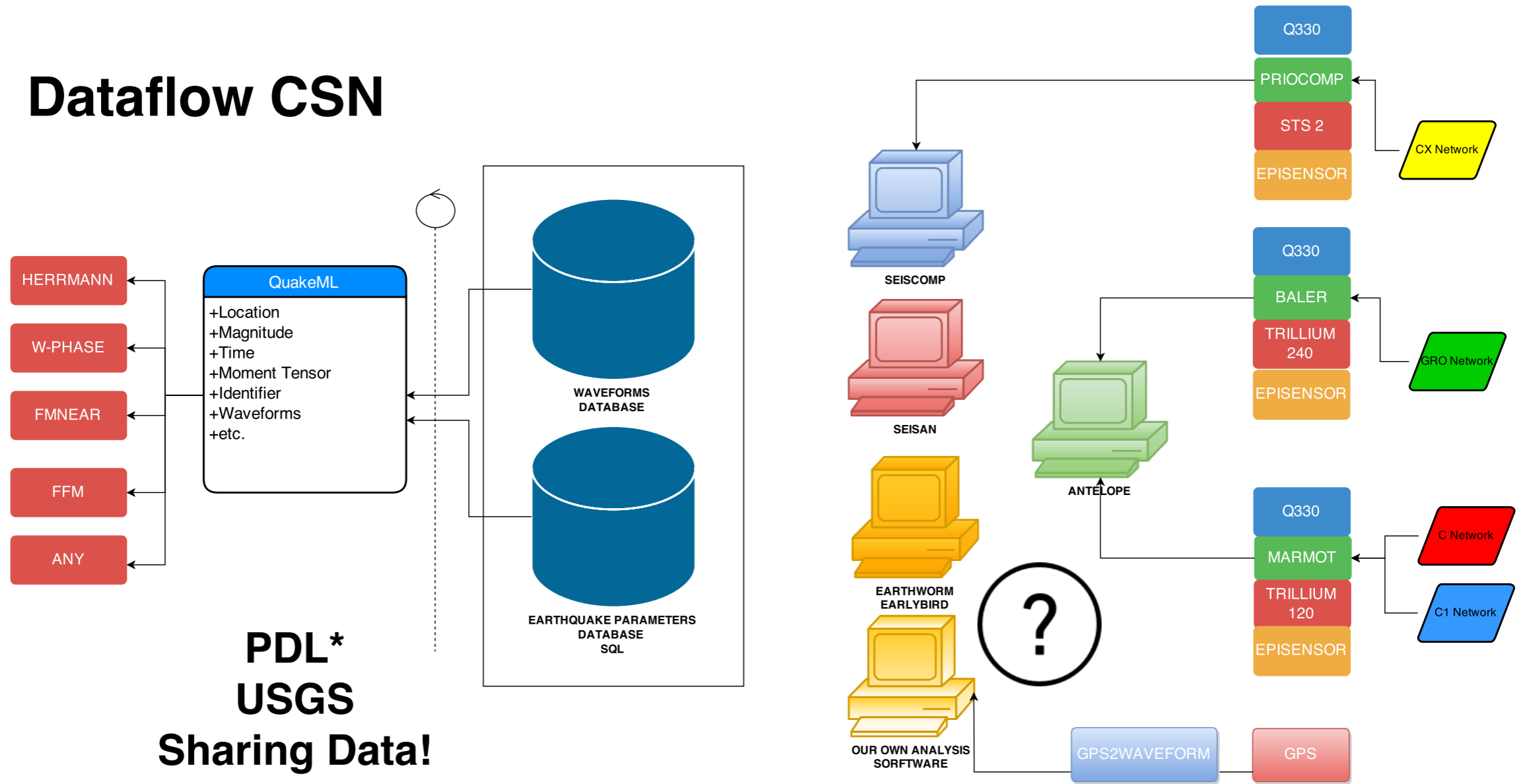
Dataflow CSN



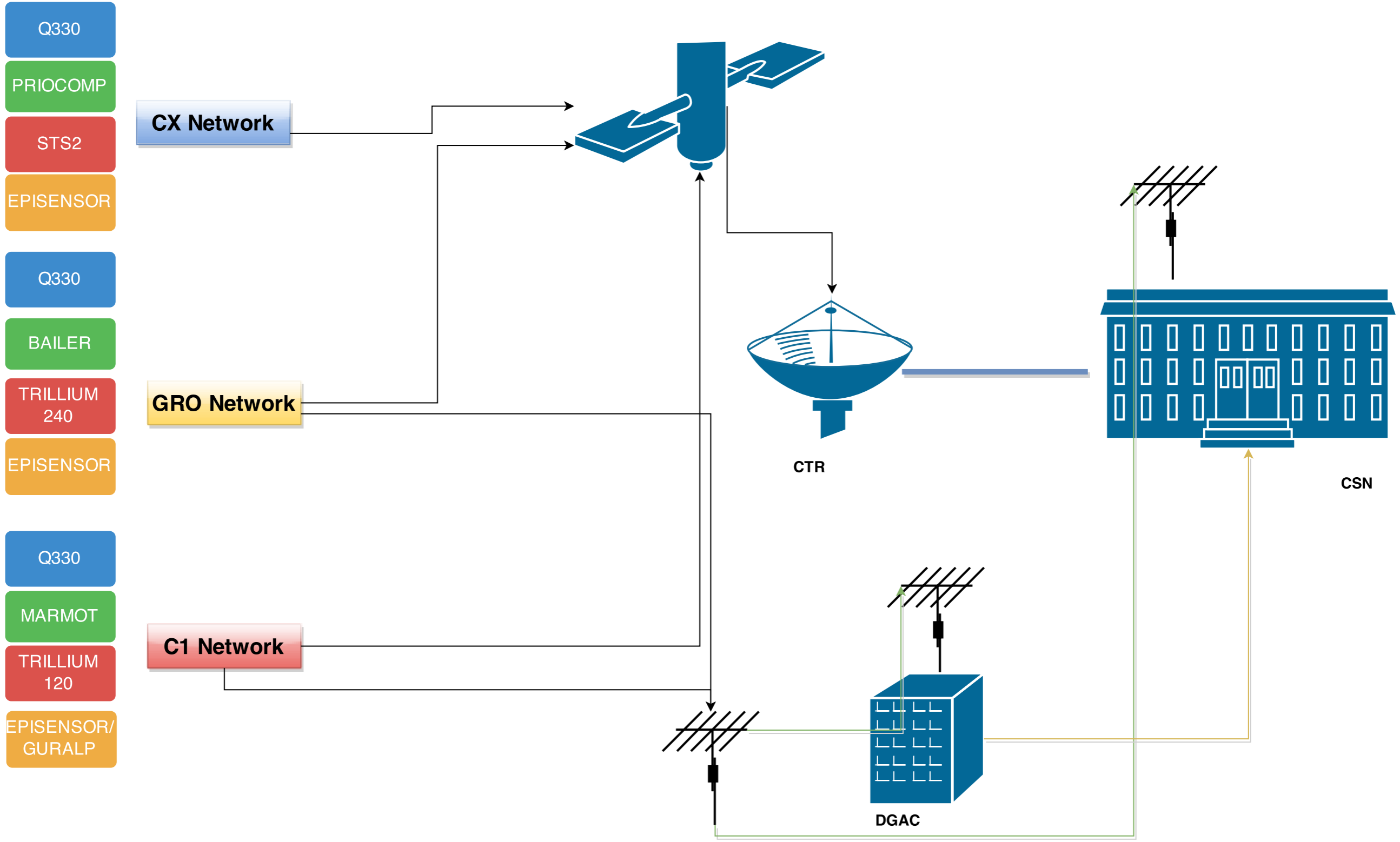
Restructuration

- Isolated Database
- QuakeML will be the transition format for any requirement
- Software

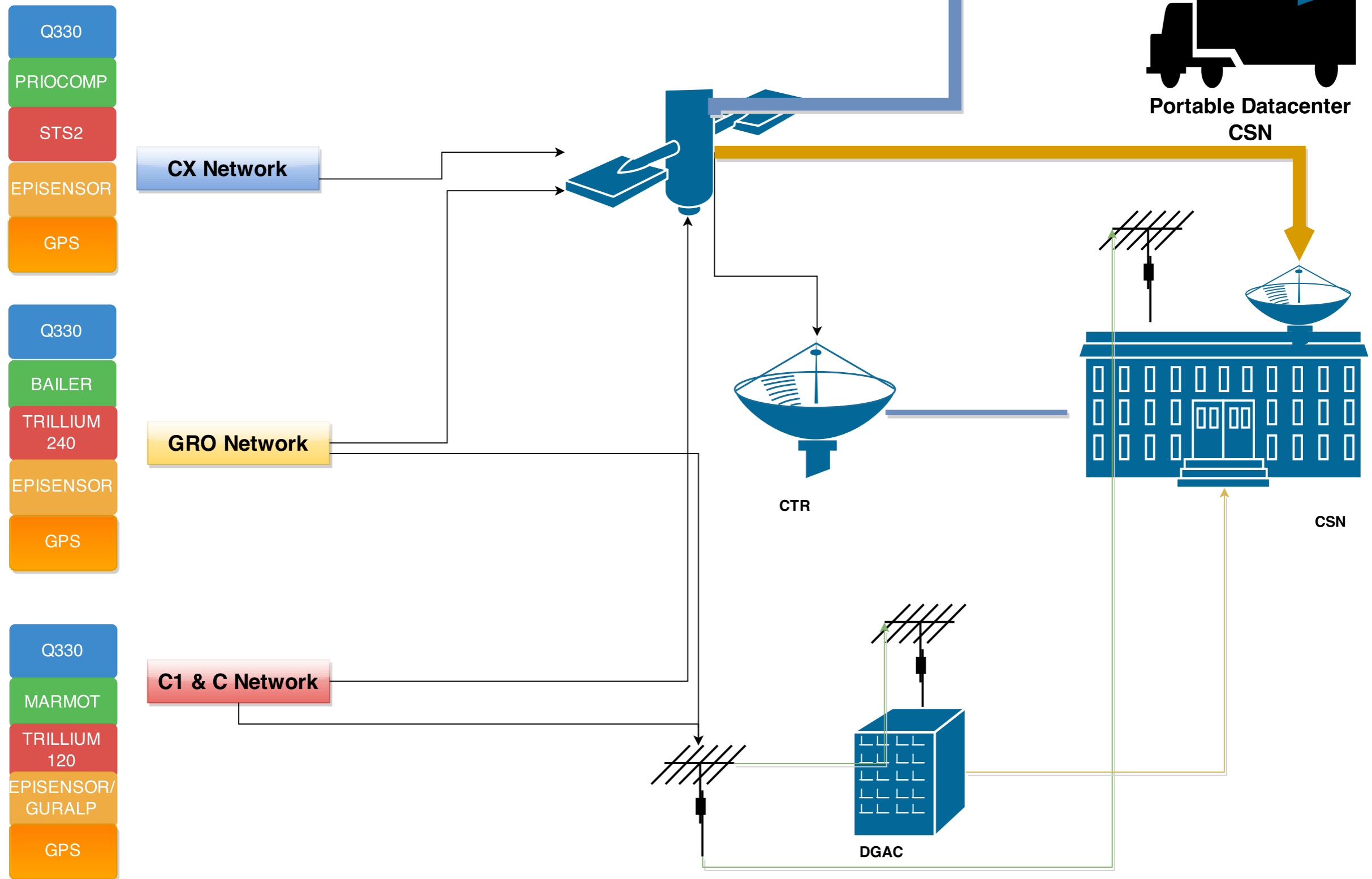
Dataflow CSN

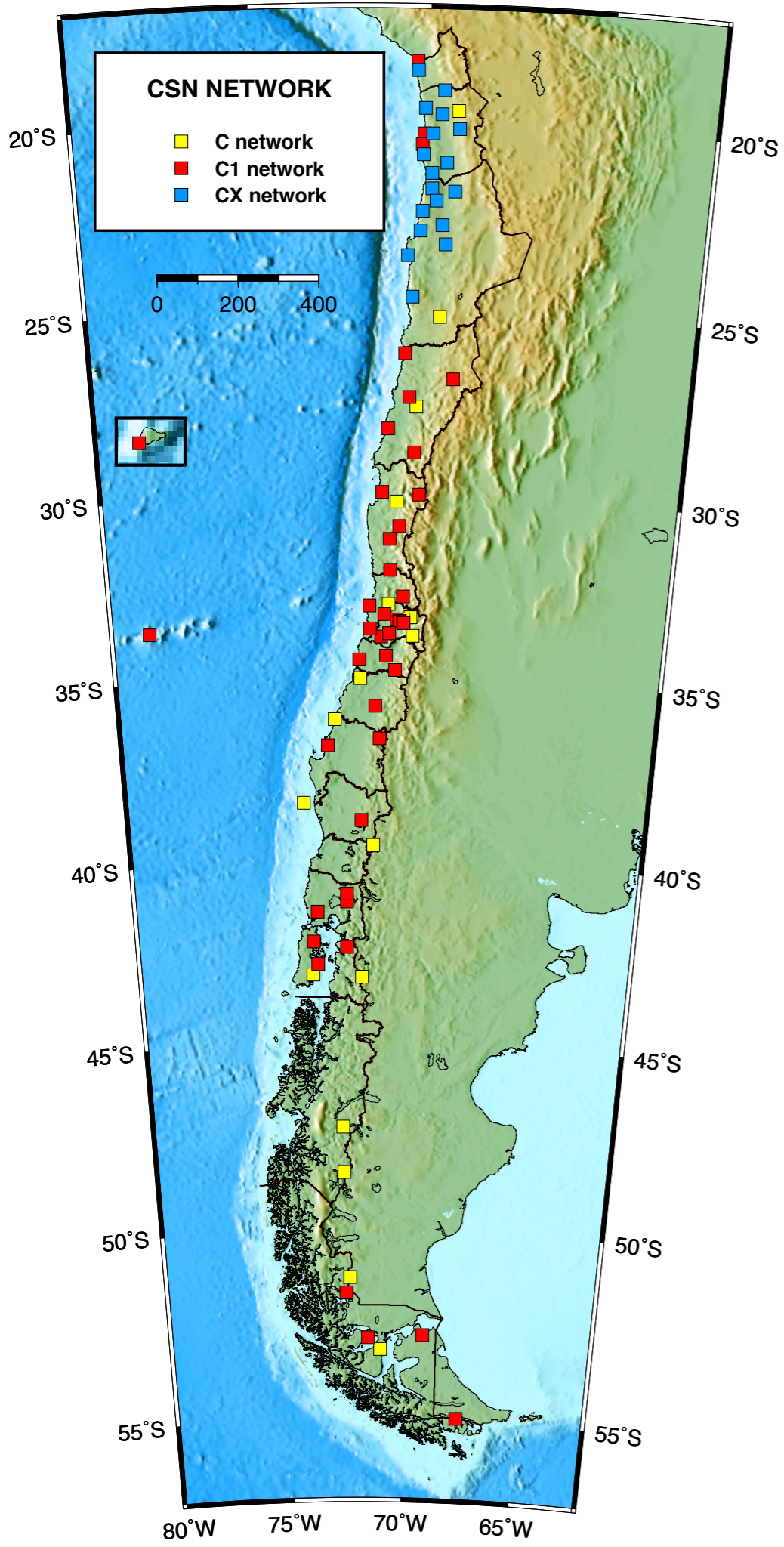


Communications



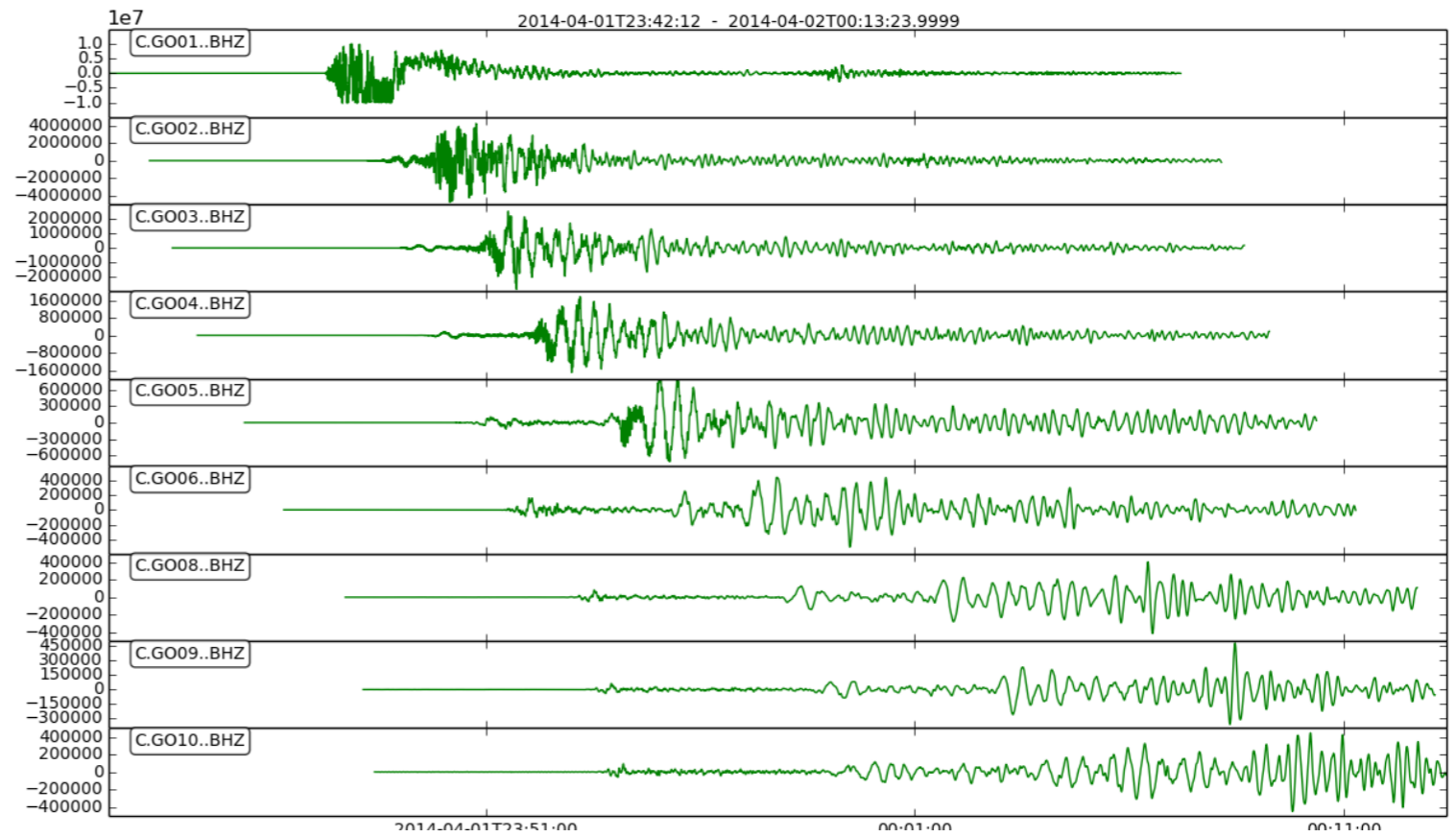
Communications by the end of 2015



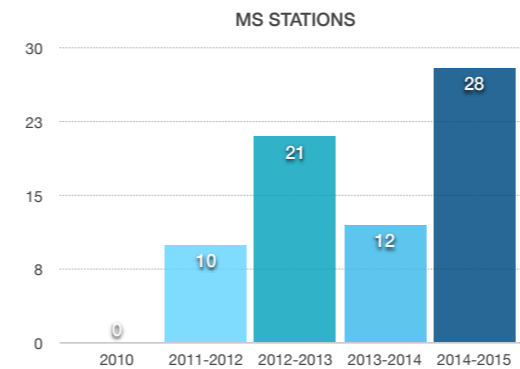


CSN NETWORK

2014 Mw 8.2 Iquique Earthquake recorded by GO stations

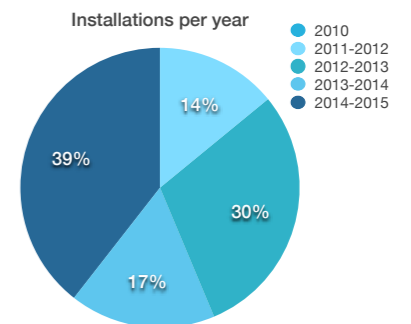


Multi-parameter Stations

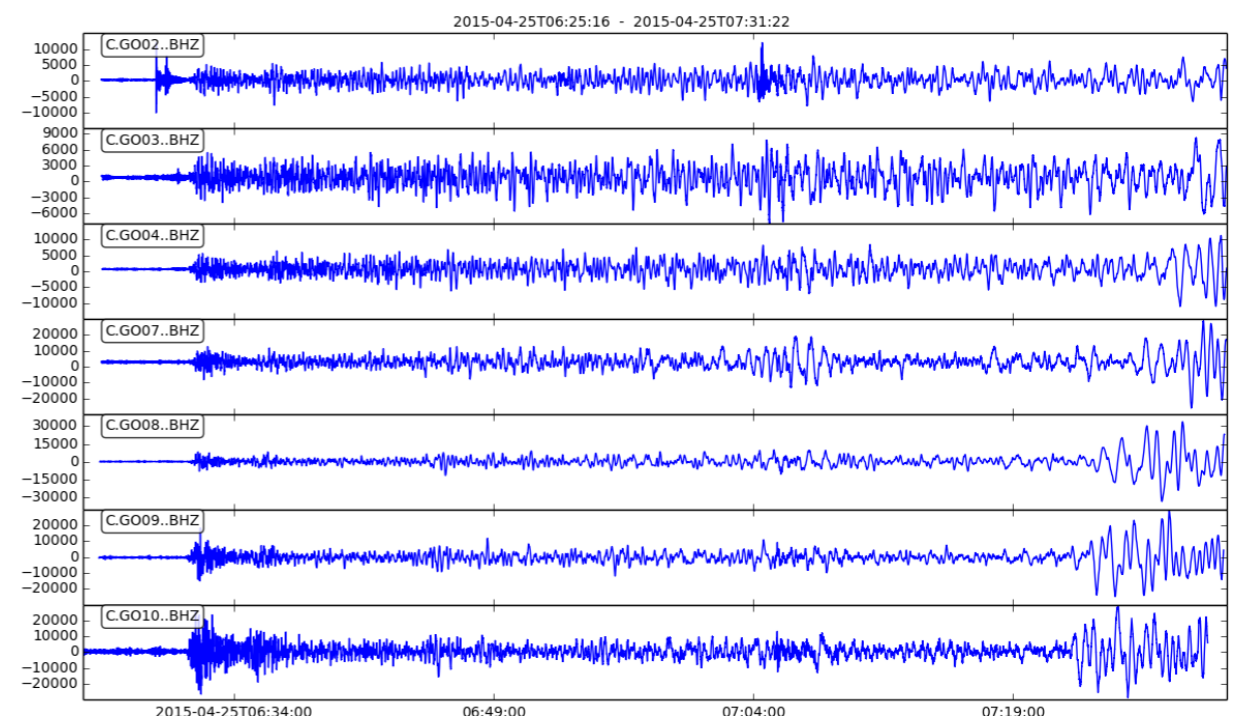
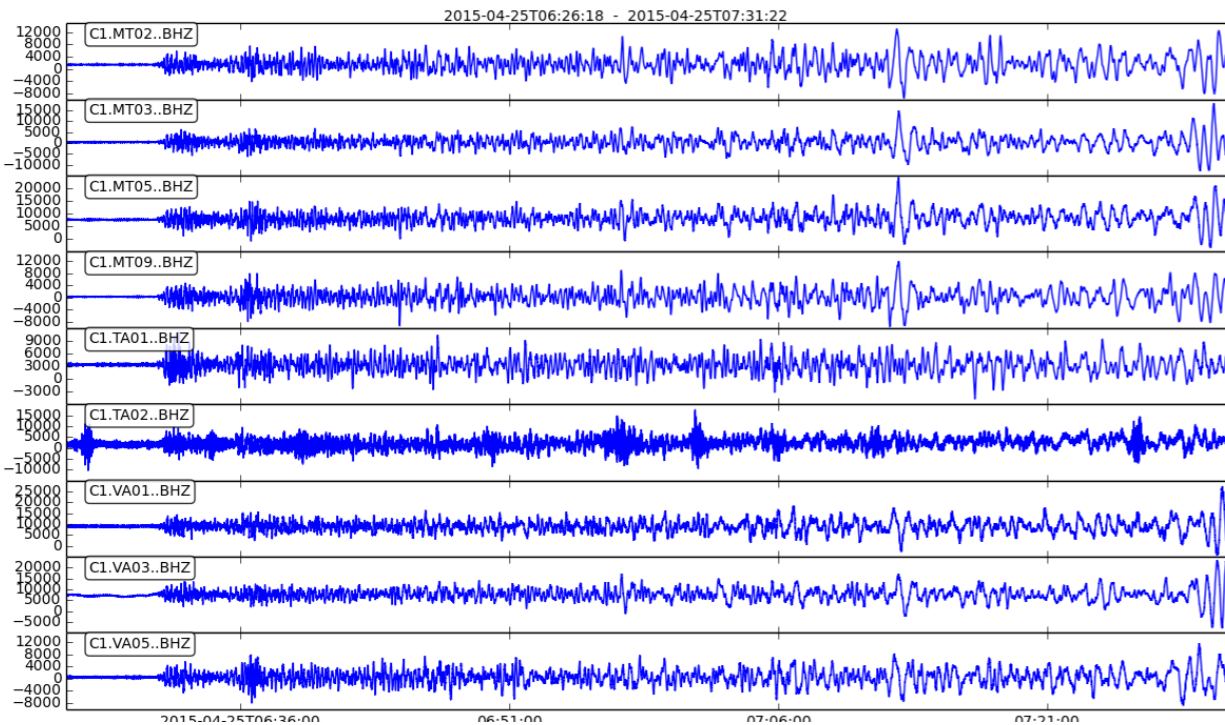
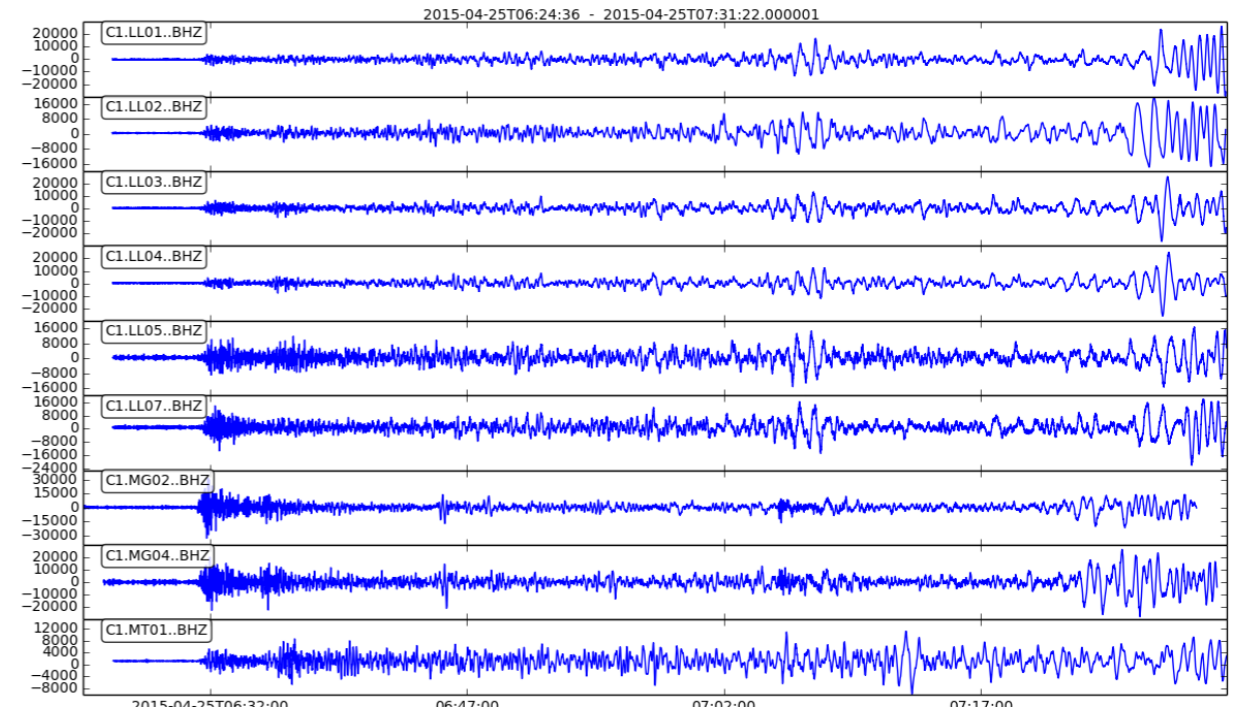
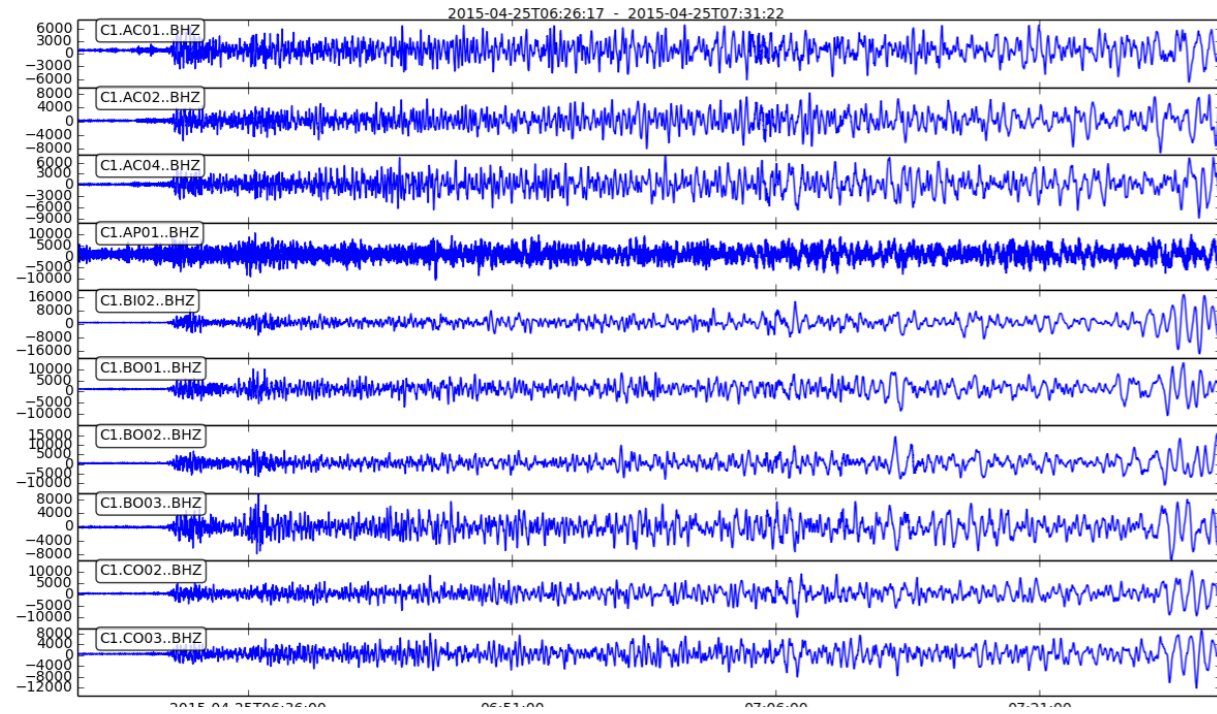


CSN Stations

Year	MS Stations	MS Stations Total	Trillium 40	Basal
2010	0	31		
2011-2012	10	41		
2012-2013	21	62		
2013-2014	12	74	2	1
2014-2015	28	102		

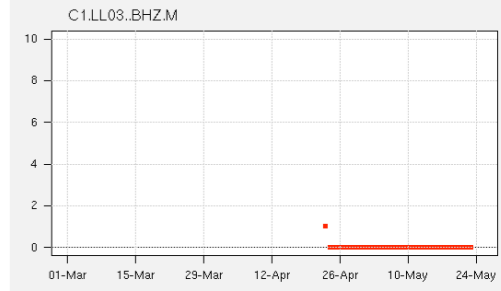
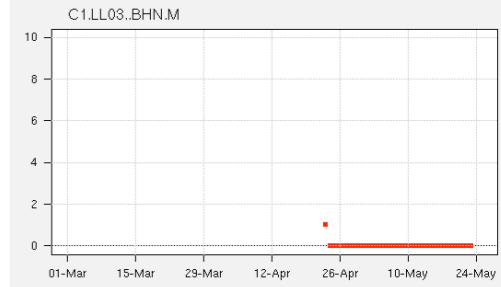
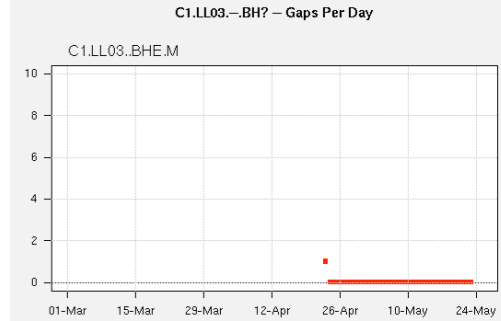
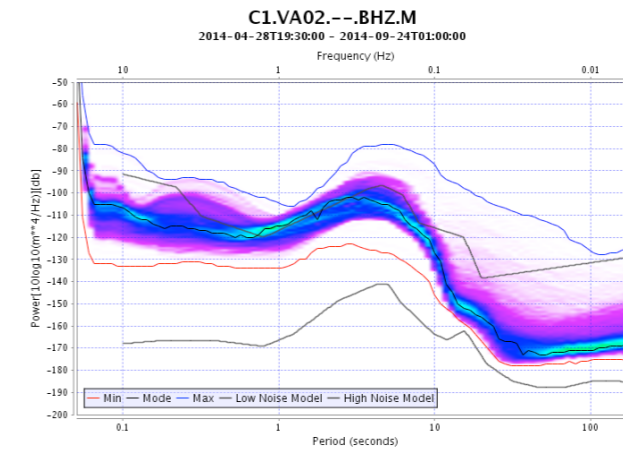
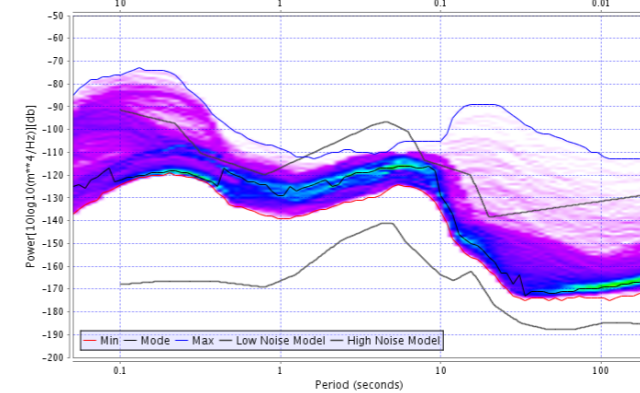
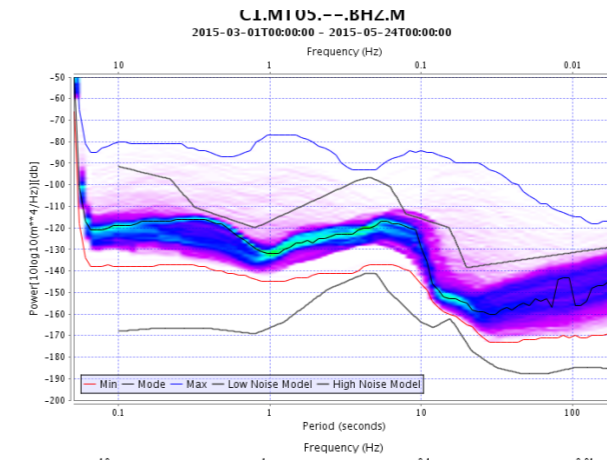
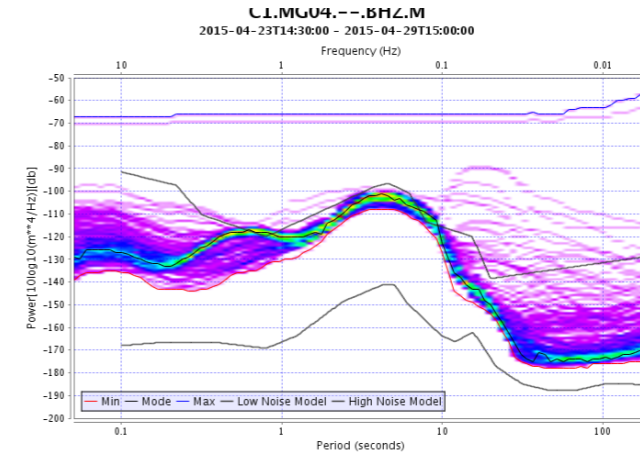
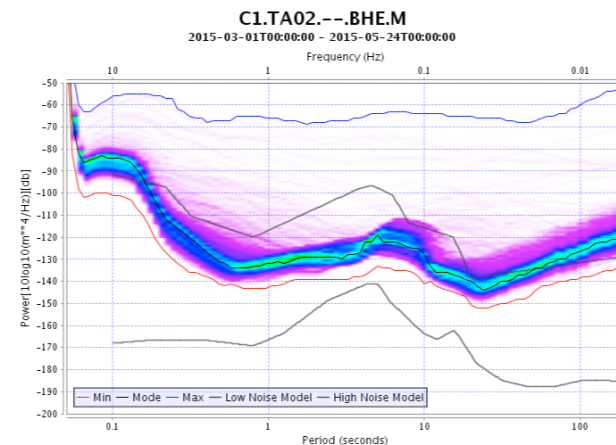
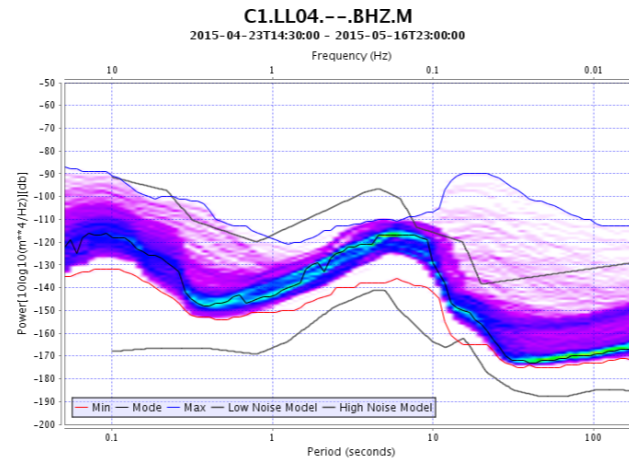
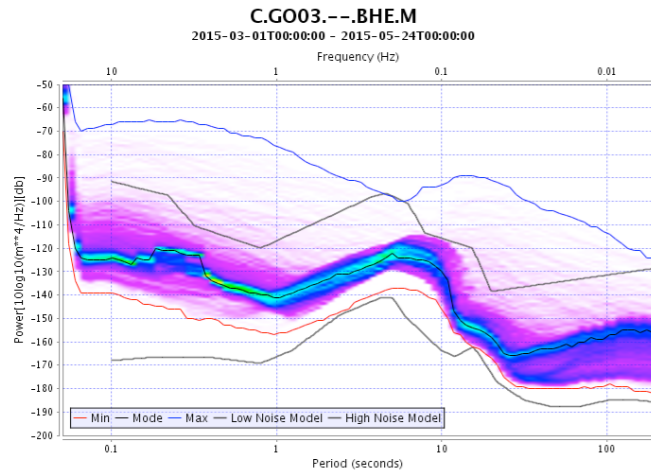


The 2015 Mw 7.9 Nepal Earthquake recorded by C and C1 networks

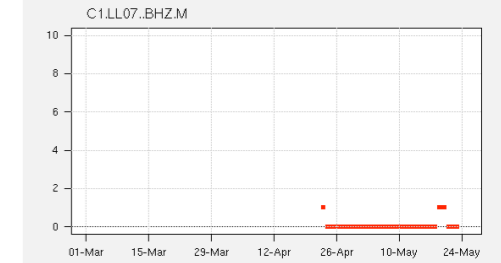
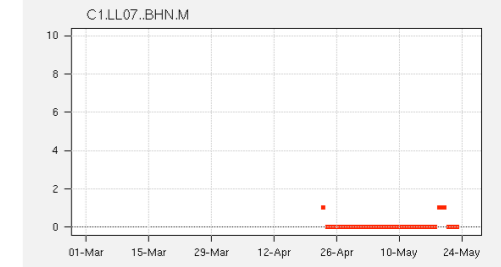
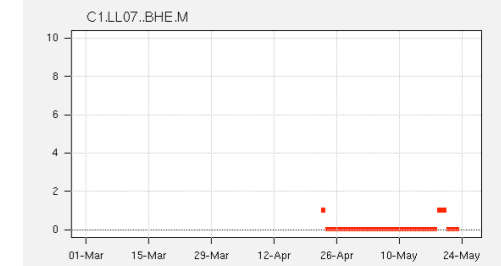


Quality Control, Intranet and Dataless

- Noise
- Time Data availability
- Metrics
- “A datacenter collects data, a **good datacenter** collects **good quality** data”



Data for Apr 23, 2015 - May 23, 2015 (2015.113 - 2015.143)



Data for Apr 23, 2015 - May 23, 2015 (2015.113 - 2015.143)

Quality Control, Intranet and Dataless

Mapas Orden Trabajo Plan Viaje Estaciones Comunicaciones Estadísticas Localidades Correos Informes Monitoreo Supervisor Administración

Alimentacion Canal Digitalizador Digitalizador-Estacion Estacion Estado Ip Location Network Obra-Civil Polosyceros Sensor Sensor-Estacion Tipo-Alimentacion Tipo-Estacion Tipo-Ip Tipo-Obra Tipo-Sensor

Ingresar			Centro Costo	Jefe Viaje	Codigo	Fecha Plan	Observacion
Editar	borrar	Detalle	2942	Ninguna	plan_viaje_00090	2015-01-19 16:06:41.739083	Se procede a excavar los sitios en los cuales serán asentadas las estaciones sismológicas: - La Posa - Treguaco - Puerto Octay - Lodge Petrohue
Editar	borrar	Detalle	2942	Alejandro Castro	plan_viaje_00089	2015-01-16 14:46:35.149120	Viaje en avión hasta la Serena. Finalizar construcción.
Editar	borrar	Detalle	2942	Ma. Carolina Valderas	plan_viaje_00088	2014-09-29 14:09:56.346028	w/Marcela Calderon-Cambio de receptores y mantencion a las estaciones GPS: SLMC PORT VNEV
Editar	borrar	Detalle	2942	Ismael Ortega.	plan_viaje_00087	2014-09-25 14:07:38.142253	Para mejorar los enlaces se cambiaran las Radios Freewave de las siguientes estaciones GPS: PCCL ATJN CHM2 y CGTC. Se aprovechará la visita para recoger datos de las estaciones GPS que no cuentan con conexión a Internet: PCHA y FBAQ.
Editar	borrar	Detalle	2942	Ismael Ortega.	plan_viaje_00086	2014-09-09 09:18:17.222547	Salida a terreno con destinos a: - Caleta el Maiten (IV region) - Combarbala (IV region) - Juntas de Toros (IV region)
Editar	borrar	Detalle	2942	Ninguna	plan_viaje_00085	2014-09-04 09:44:58.708173	Instalacion estación Pirque provincia Cordillera - RM
Editar	borrar	Detalle	2942	Ninguna	plan_viaje_00084	2014-08-26 15:53:13.677289	Revisión estación tunca B001 por fallas en comunicación y instrumental sismologico
Editar	borrar	Detalle	2942	Ismael Ortega.	plan_viaje_00083	2014-08-08 13:46:00.837545	Visita a estaciones GPS de Los Vilos Salamanca Combarbalá y Cerro Negro.
Editar	borrar	Detalle	2942	Ismael Ortega.	plan_viaje_00082	2014-08-06 08:57:03.838229	Se visitarán las estaciones GPS CERN y ZAPA además de una visita de inspección a antiguo sitio Estación Sismológica Papudo.
Editar	borrar	Detalle	2942	Marcos Aros	plan_viaje_00081	2014-07-21 17:24:11.057589	Se visitarán las siguientes estaciones: GO06/CRRH - VITA - CONS - GO05/HLNE - ILOC - LEMU - NAVI - B002. Además de una visita de prospección de sitio para nueva estación sismológica en Pucatrihue.

Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	MG04	Modem	Ninguno	Ninguno	Digi3G_MG04	nada/nada	-52.8572	-71.57	82.0
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	MG02	VSAT	VSAT_CTR_CSN	Ninguno	VSAT_MG02	admin/IDirect	-52.7808	-69.2242	82.0
Editar	borrar	Detalle	Red 220V	MG05	Router	Miguel_Claro	Radio_Freewaero_MG05	Router_MG05	admin/servicioSSN	-51.6784	-72.5032	99.0
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	GO07	Router	Radio_GO07	Ninguno	Router_GO07		-43.1142	-73.6643	217.
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	GO07	Slave	Router_GO07	Ninguno	Radio_GO07		-43.1142	-73.6643	217.
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	LL05	VSAT	VSAT_CTR_CSN	Ninguno	VSAT_LL05	admin/IDirect	-41.4053	-73.4744	0.0
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	LL03	VSAT	VSAT_CTR_CSN	Ninguno	VSAT_LL03	admin/IDirect	-41.1384	-72.4034	227.
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	LL04	VSAT	VSAT_CTR_CSN	Ninguno	VSAT_LL04	admin/IDirect	-40.9097	-72.4082	247.
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	GO06	VSAT	VSAT_Tesacom_CSN	Router_GO06	VSAT_GO06	usuario/passwd	-39.5839	-71.4721	125f
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	GO06	Router	VSAT_GO06	Ninguno	Router_GO06	admin/servicioSSN	-39.5839	-71.4721	125f
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	LC01	VSAT	VSAT_CTR_CSN	Ninguno	VSAT_LC01	admin/IDirect	-38.8975	-71.8761	406.
Editar	borrar	Detalle	Paneles Solares	BI04	Slave	Radio_PtoSaavedra_BI04	Ninguno	Radio_BI04	admin/admin	-38.412	-73.8853	26.0

Management

Estadísticas Logs

Logs																	
Seleccionar por :		Ano Sfile	Mes Sfile	Dia Sfile	Tipo Estadística	Solucion Preliminar											
Ingresar	Ano Sfile	Mes Sfile	Dia Sfile	Tipo Estadística	Sfile	Version	Action	Latitud	Longitud	Dep	M1 Magnitud	M1 Tipo	Operador	Diff	Delay	Location	
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-0526-31L.S201504	1	NEW	-20.2	-69.24	64.0	3.5	MI	ERB	4.23	4.3	34 km al N de Pica
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-0543-45L.S201504	1	NEW	-34.33	-72.59	24.0	3.6	MI	ERB	5.18	5.2	54 km al O de Pichilemu
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-0653-27L.S201504	1	NEW	-27.23	-71.12	33.0	3.0	MI	ERB	4.93	4.95	35 km al SO de Caldera
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-1153-31L.S201504	1	NEW	-19.65	-70.99	44.0	3.4	MI	ERB	3.65	3.68	81 km al O de Pisagua
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-1208-42L.S201504	1	NEW	-19.59	-70.8	44.0	2.9	MI	ERB	4.25	4.6	61 km al O de Pisagua
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-1257-10L.S201504	1	NEW	-19.68	-70.97	44.0	3.3	MI	ERB	3.88	3.92	80 km al O de Pisagua
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-1305-45L.S201504	1	NEW	-19.92	-70.73	44.0	3.1	MI	ERB	3.52	3.55	65 km al SO de Pisagua
Editar	borrar	2015	04	12	Solucion Preliminar	12-1433-31L.S201504	1	NEW	-20.75	-70.66	39.0	3.3	MI	ERB	4.1	4.25	79 km al SO de Alto Hospicio

Metrics Control

Communications

Mapas Orden Trabajo Plan Viaje Estaciones Comunicaciones Estadísticas Localidades Correos Informes Monitoreo Supervisor Administración

Sensor								
Ingresar	Tipo Sensor	Nombre	Sensibilidad	Frecuencia Natural	Frecuencia Normalizacion	Factor Normalizacion		
Editar	borrar	Detalle	EpiSensor FBA ES-T	C1 ME03 EpiSensor	10.0	200.0	1.0	2.45957e+13

Sensor Estacion							
Ingresar	Sensor	Estacion	Inicio	Termino	Serie		
Editar	borrar	Detalle	C1 ME03 EpiSensor	MT03	2013-07-10 00:00:00	None	2805

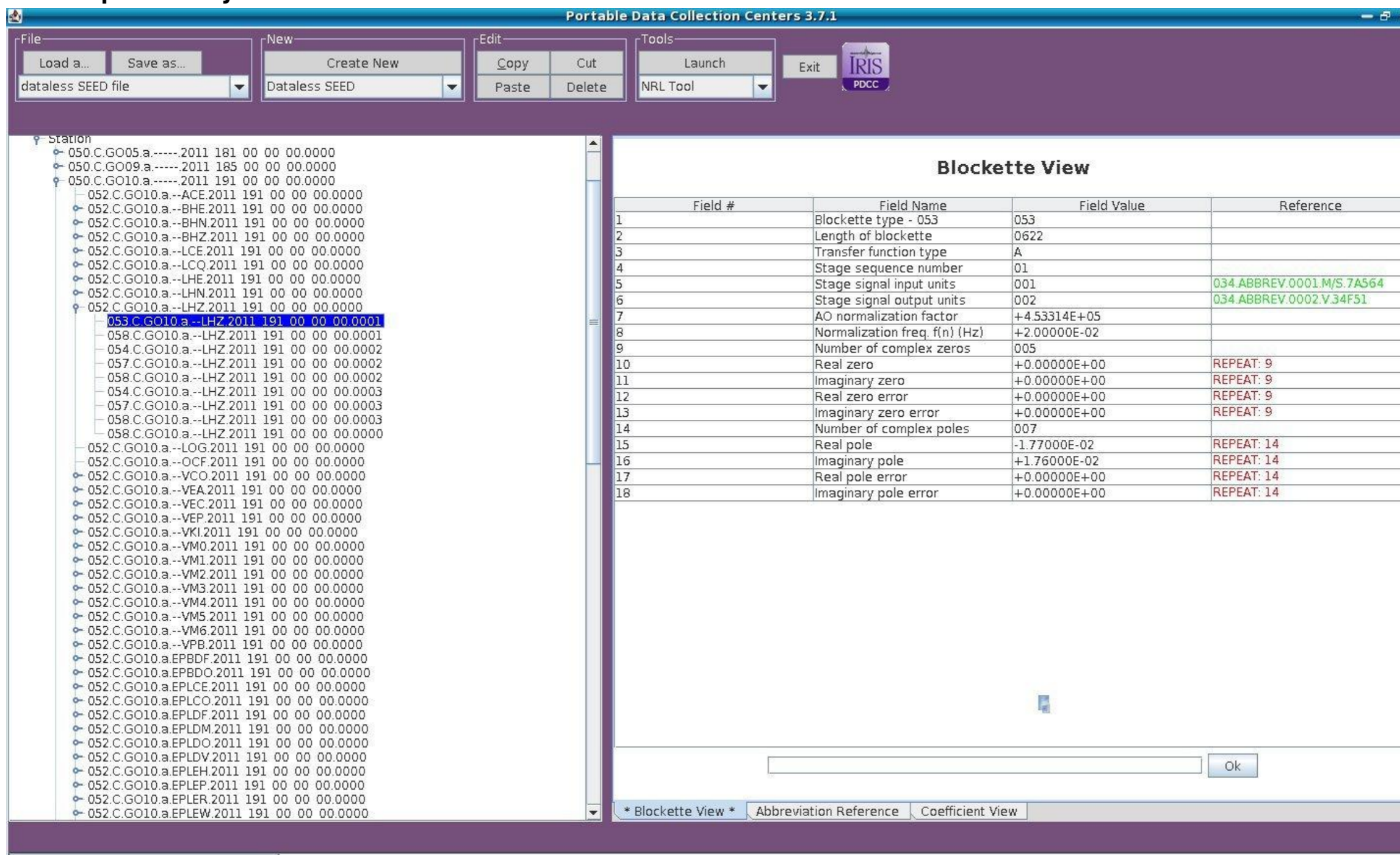
Polosyceros								
Ingresar	Sensor	Tipo Polo	Real	Real E	Imag	Imag E		
Editar	borrar	Detalle	C1 ME03 EpiSensor	Polo	-9.81	2	1.009	3
Editar	borrar	Detalle	C1 ME03 EpiSensor	Polo	-9.81	2	-1.009	3
Editar	borrar	Detalle	C1 ME03 EpiSensor	Polo	-3.29	3	1.263	3
Editar	borrar	Detalle	C1 ME03 EpiSensor	Polo	-3.29	3	-1.263	3

Canal											
Ingresar	Estacion	Location	Sensor	Corte	Sample	Nombre	Dip	Azimuth	Depth		
Editar	borrar	Detalle	MT03	Ninguna	C1 ME03 EpiSensor	Si	100.0	HNE	0.0	90.0	0.0
Editar	borrar	Detalle	MT03	Ninguna	C1 ME03 EpiSensor	Si	100.0	HNZ	-90.0	0.0	0.0
Editar	borrar	Detalle	MT03	Ninguna	C1 ME03 EpiSensor	Si	100.0	HNN	0.0	0.0	0.0

Stations

Quality Control, Intranet and Dataless


- Every station has its own dataless
- It has everything we need to know from the station: poles, zeros, sensitivity, gain, start, finish, sensor etc.(header)
- Checked by geophysicist at CSN
- Goes to USGS and IRIS
- Part of CSN public data policy (GPS, BB and SM)
- Multiple Quality Checkers



Blockette View

Field #	Field Name	Field Value	Reference
1	Blockette type - 053	053	
2	Length of blockette	0622	
3	Transfer function type	A	
4	Stage sequence number	01	
5	Stage signal input units	001	034.ABBREV.0001.M/S.7A564
6	Stage signal output units	002	034.ABBREV.0002.V.34F51
7	AO normalization factor	+4.53314E+05	
8	Normalization freq. f(n) (Hz)	+2.00000E-02	
9	Number of complex zeros	005	
10	Real zero	+0.00000E+00	REPEAT: 9
11	Imaginary zero	+0.00000E+00	REPEAT: 9
12	Real zero error	+0.00000E+00	REPEAT: 9
13	Imaginary zero error	+0.00000E+00	REPEAT: 9
14	Number of complex poles	007	
15	Real pole	-1.77000E-02	REPEAT: 14
16	Imaginary pole	+1.76000E-02	REPEAT: 14
17	Real pole error	+0.00000E+00	REPEAT: 14
18	Imaginary pole error	+0.00000E+00	REPEAT: 14

Data & Products Distribution



Data Base
FAQ
Contacto

Search

Filter events

Min Max Format Help

Date:

Magnitude:

Latitude:

Longitude:

Depth [Km]:

Events Data Base

Choose ASCII and/or Binary for data format and click on "Download" button

Download Selected Items	ASCII	Binary
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Time UTC	Latitude	Longitude	Magnitude	Depth [Km]	Detail
<input type="checkbox"/> 2014-08-31 18:53:41	-20.524	-70.099	4.0	48.0	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-28 16:36:35	-24.088	-67.427	3.7	205.4	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-27 17:57:13	-19.689	-70.089	3.9	57.2	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-26 07:39:24	-18.894	-70.086	3.2	71.2	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-24 13:41:07	-19.453	-70.363	3.1	22.4	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-23 22:32:23	-32.737	-71.498	6.4	40.1	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-23 12:36:24	-19.949	-70.015	3.6	52.4	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-23 04:45:33	-20.189	-69.076	5.7	100.3	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/> 2014-08-19 23:51:51	-20.732	-70.714	4.2	41.3	<input type="radio"/>

About Data Base

[ENG] The data base contains instrumental information about a specific events catalogue prepared by CSN seismologists. To obtain information about latest events published by CSN, please follow to [CSN Official Website](#)

In case of any data error you found, please mail to evtdb@dgf.uchile.cl

[SPA] La base de datos contiene información instrumental sobre un catálogo específico de eventos preparado por nuestros sísmólogos. Para obtener información sobre los últimos eventos publicados por el CSN, diríjase al [Sitio Oficial CSN](#)


En caso de dudas o errores encontrados en los datos, enviar email a evtdb@dgf.uchile.cl

Wilber 3: Select Stations

2015-05-23 MWR4.8 Near Coast Of Northern Chile

Latitude	Longitude	Date	Depth	Magnitude	Description	Related Pages
20.1962° S	70.8467° W	2015-05-23 13:09:43 UTC	19.0 km	MWR4.8	Near Coast Of Northern Chile	IRIS Event Page

The map below shows stations operational during this event, filtered by the criteria in the form to the right.



Request Only

Networks: _GSN C1 _GRO-CHILE C

Channels: BH?

Distance Range: -

Azimuth Range: - Invert

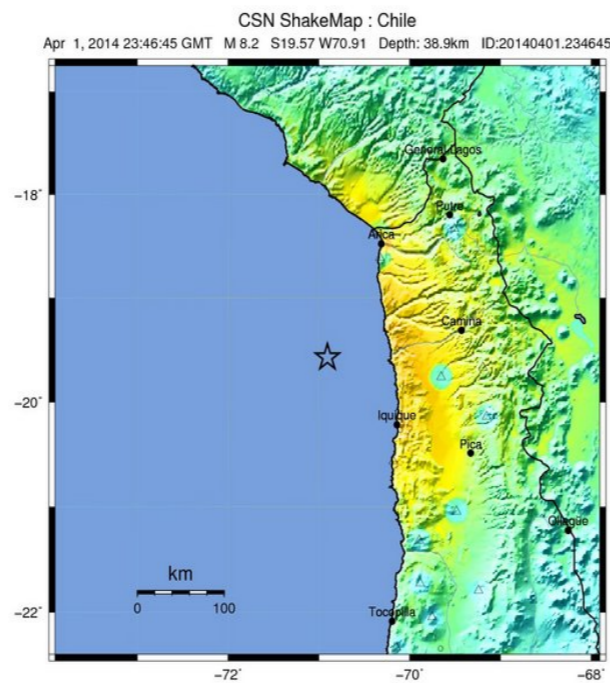
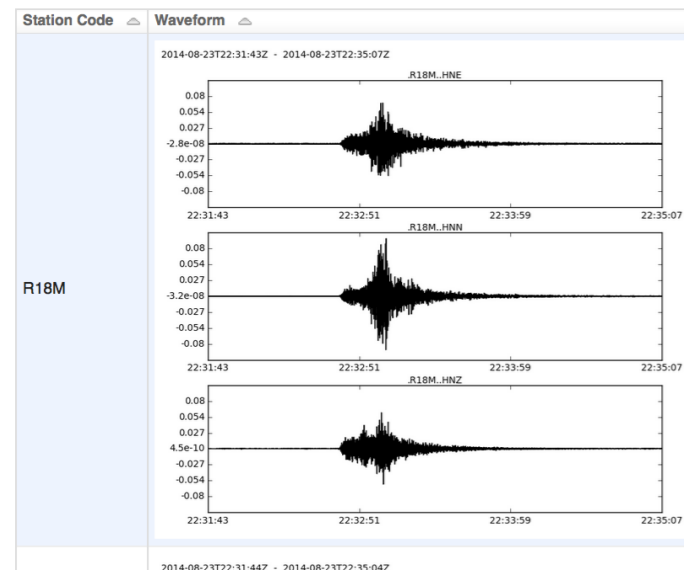
Use the checkboxes below to add/remove individual stations from your request.

Station	Network	Latitude	Longitude	Distance	Azimuth	Elevation	Name
<input checked="" type="checkbox"/> TA02	C1	-20.27°	-70.13°	0.68°	96.44°	86.5 m	Huaiquique
<input checked="" type="checkbox"/> TA01	C1	-20.57°	-70.18°	0.73°	120.73°	616 m	Daracena
<input checked="" type="checkbox"/> AP01	C1	-18.37°	-70.34°	1.89°	14.71°	31 m	Chacalluta
<input checked="" type="checkbox"/> LVC	IU	-22.61°	-68.91°	3.01°	143.64°	2960 m	Limon Verde, Chile
<input checked="" type="checkbox"/> GO02	C	-25.16°	-69.59°	5.10°	167.10°	2550 m	Mina Guanaco, Chile
<input checked="" type="checkbox"/> AC01	C1	-26.15°	-70.60°	5.96°	177.85°	346 m	Pan de Azucar
<input checked="" type="checkbox"/> AC02	C1	-26.84°	-69.13°	6.82°	166.99°	3980 m	Maricunga
<input checked="" type="checkbox"/> GO03	C	-27.59°	-70.23°	7.42°	175.80°	730 m	Copiapo (Tierra Amarilla), Chile
<input checked="" type="checkbox"/> AC04	C1	-28.20°	-71.07°	8.01°	-178.56°	249 m	Llanos de Challe
<input checked="" type="checkbox"/> LCO	IU	-29.01°	-70.70°	8.82°	179.17°	2274 m	Las Campanas Astronomical Observatory, Chile
<input checked="" type="checkbox"/> GO04	C	-30.17°	-70.80°	9.98°	179.76°	2076 m	Tololo Observatory, Vicuna, Chile
<input checked="" type="checkbox"/> NNA	II	-11.99°	-76.84°	10.02°	-35.94°	575 m	Nana, Peru



Aug. 23, 2014, 10:32 p.m.,

Magnitude: 6.4

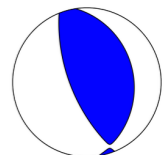


PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Mod./Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.05	0.3	2.8	6.2	12	22	40	75	>139
PEAK VEL.(cm/s)	<0.02	0.1	1.4	4.7	9.6	20	41	86	>178
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Scale based upon Worden et al. (2012)

Bandwidth limitations...

Fecha	Latitud	Longitud	Profundidad	Magnitud	Referencia geográfica
2014/04/01 23:46:45	-19.772	-71.014	40.5	8.0	UNKNOWN
2015/05/14 15:08:04	-28.585	-71.685	50.5	5.0	UNKNOWN
2015/04/13 22:16:18	-21.010	-69.991	130.5	5.3	UNKNOWN
2015/03/28 16:36:53	-22.191	-68.268	110.5	5.5	UNKNOWN
2015/03/23 04:51:38	-18.416	-69.374	120.5	6.4	UNKNOWN
2015/02/18 00:47:25	-34.380	-72.969	110.5	5.0	UNKNOWN
2015/02/11 18:57:19	-23.167	-66.754	240.5	6.7	UNKNOWN
2015/02/11 13:01:18	-23.495	-67.105	190.5	5.4	UNKNOWN
2015/02/02 10:49:49	-32.402	-66.939	150.5	6.1	UNKNOWN
2014/04/01 23:46:45	-19.772	-71.014	40.5	8.0	UNKNOWN



Tsunami Early Warning

LETTER

doi:10.1038/nature13677

Continuing megathrust earthquake potential in Chile after the 2014 Iquique earthquake

Gavin P. Hayes¹, Matthew W. Herman², William D. Barnhart¹, Kevin P. Furlong², Sebastián Riquelme³, Harley M. Benz¹, Eric Bergman⁴, Sergio Barrientos³, Paul S. Earle¹ & Sergey Samsonov⁵

CSN WPhase Moment Solution ¹

Origin time: 2014/ 4/01 23:46:45.00
 Latitude: -19.7700
 Longitude: -70.9080
 Depth: 25.5000 [km]
 Wmag: 8.18

CSN WPhase Centroid Moment Tensor

Centroid: -19.7700, -70.9080
 Depth: 25.5000 Km
 Number of channels: 31: PB14, GO02, GO02, GO03, AC05, NNA, CO01, CO01, GO04, GO04, GO0
 CO02, VA03, VA03, PEL, ME05, DG01, ME03, LMEL, LMEL, MT01, BO01, BO01, BO02, BI02, BI0
 BI03, LC01, GO06, PAYG, GO08

Moment Tensor [dyn cm]

$$\begin{matrix} M_{rr} = 9.356125e + 27 & M_{tt} = -4.098472e + 26 \\ M_{pp} = -8.946277e + 27 & M_{rt} = 7.883439e + 27 \\ M_{rp} = -2.023378e + 28 & M_{tp} = 2.776614e + 27 \end{matrix}$$

Principal Axis

$$T = 2.35510 \quad N = 0.03549 \quad P = -2.39059$$

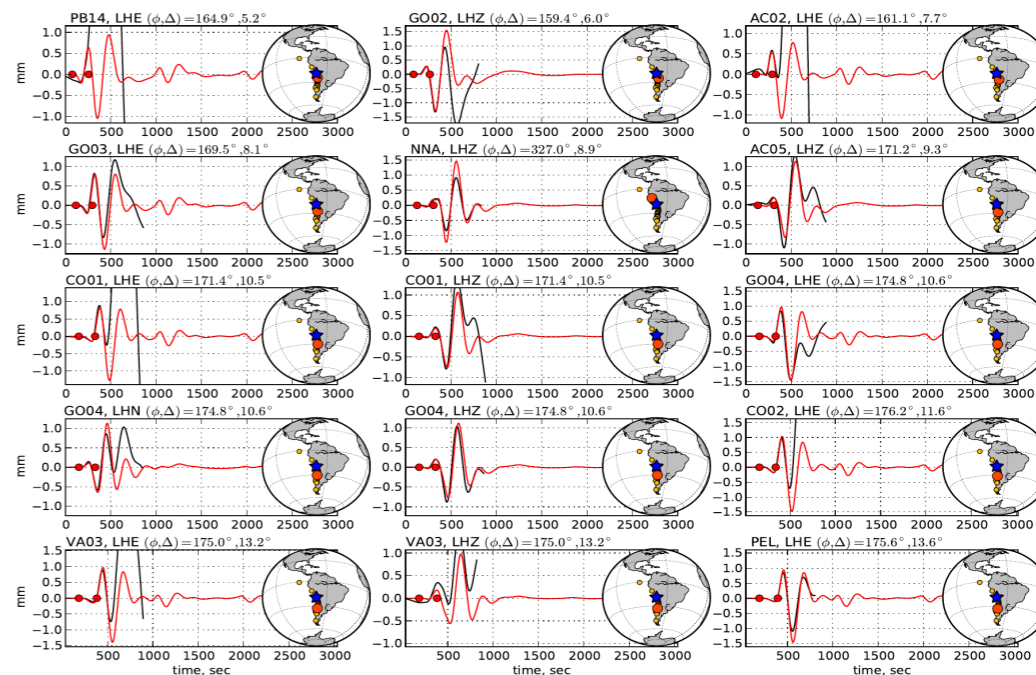
Best Double Couple

$$M_0 = 2.3728e + 28$$

NP1:	$\phi = 348.3$	$\delta = 12.0$	$\lambda = 99.0$
NP2:	$\phi = 159.1$	$\delta = 78.1$	$\lambda = 88.1$



CSN W-phase Iquique Earthquake 2014 Green Functions v/s Observed



Theoretical exercise

If W-phase had been installed for 2010

Origin time: 2010/02/27 06:34: 8.00
 Latitude: -36.2900
 Longitude: -73.2390
 Depth: 30.1000 [km]
 Wmag: 8.98

SSUCH WPhase Centroid Moment Tensor

Centroid: -36.2900, -73.2390
 Depth: 30.1000 Km
 Number of stations: 5

Moment Tensor [dyn cm]

$$\begin{matrix} M_{rr} = 1.436732e + 29 & M_{tt} = 7.862418e + 27 \\ M_{pp} = -1.515356e + 29 & M_{rt} = -4.087478e + 28 \\ M_{rp} = -3.318012e + 29 & M_{tp} = -2.577622e + 28 \end{matrix}$$

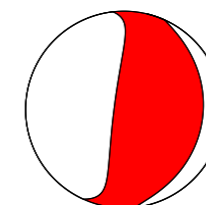
Principal Axis

$$T = 36.03907 \quad N = 1.17670 \quad P = -37.21577$$

Best Double Couple

$$M_0 = 3.6627e + 29$$

NP1:	$\phi = 11.1$	$\delta = 12.1$	$\lambda = 93.9$
NP2:	$\phi = 187.2$	$\delta = 77.9$	$\lambda = 89.2$



9 min

¹Maintained at CSN by Sebastian Riquelme, Developed by Hiroo Kanamori and Luis Rivera

W-phase report goes to SHOA

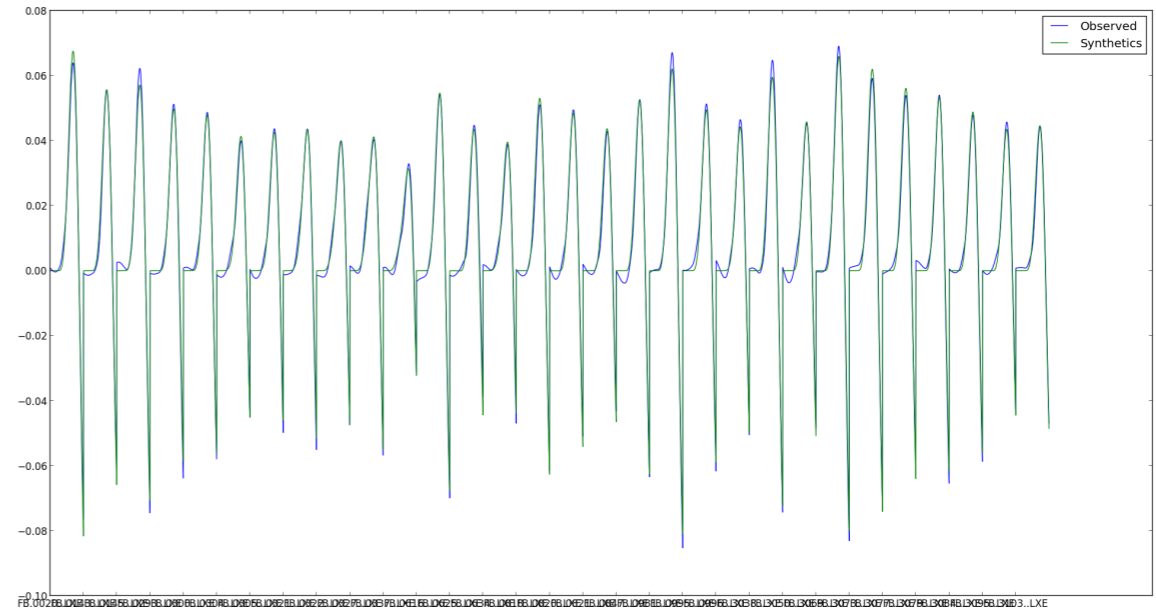
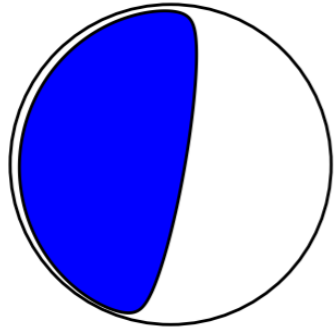
Installed and Maintained at CSN by S. Riquelme

¹Developed by Hiroo Kanamori, Luis Rivera, maintained in Chile by Sebastian Riquelme

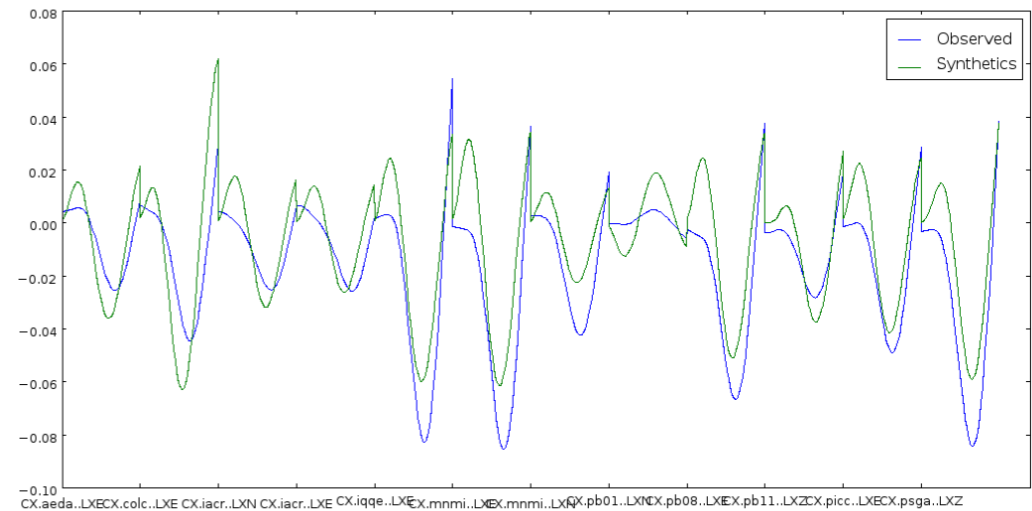
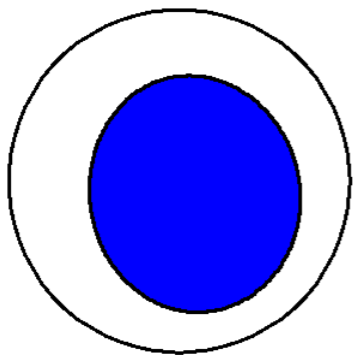
W-phase using cGPS

GPS: a Very LP green “function maker”, that doesn't saturate in the near-field

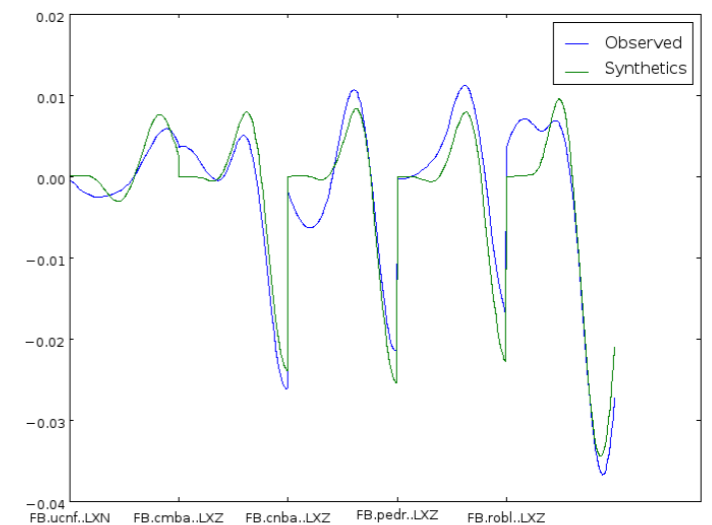
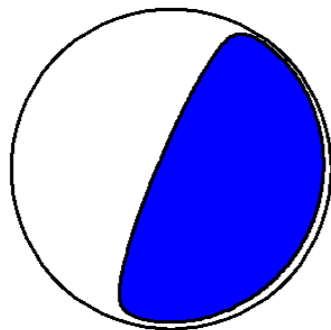
W-phase using cGPS 1 sps 2011
Mw 9.1 Tohoku Earthquake



W-phase using cGPS 1 sps 2014
Mw 8.2 (8.35) Iquique Earthquake



W-phase using cGPS 1 sps 2010
Mw 8.8 (9.1) Maule Earthquake



Mw from cGPS and FFM W-phase using cGPS & BB

- Next Steps: Include GPS signals.
- FFM from cGPS W-phase
- Hopefully from RTX technology
- Why FFM? provides a better estimation for run-up, pga, damage, economic losses and fatalities.

Possible Scheme for Mw > 8

- Hypocenter & Mw (cGPS and SM)
- WCMT cGPS
- WCMT cGPS+BB
- WFFM cGPS
- WFFM cGPS+BB

Geophysical Research Letters

ANAGU JOURNAL



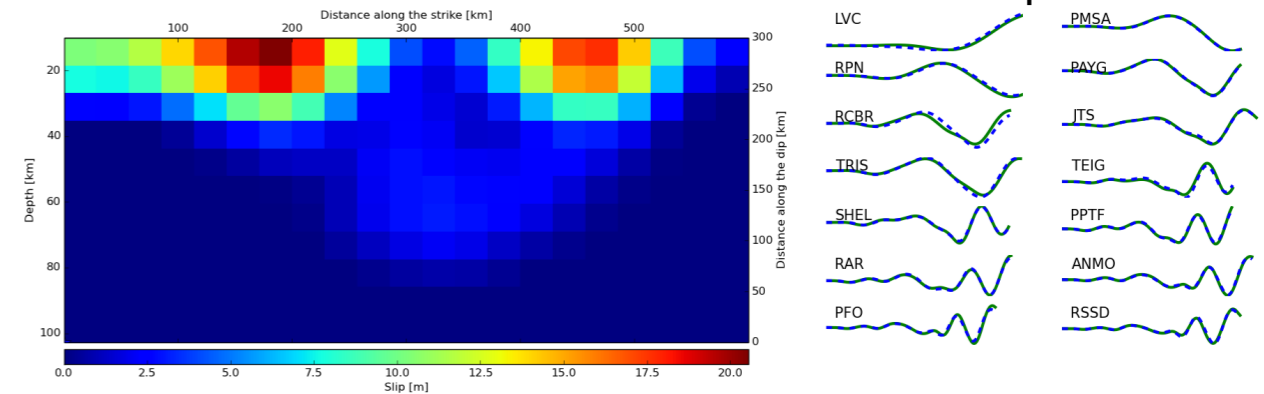
Research Letter

Earthquake magnitude calculation without saturation from the scaling of peak ground displacement†

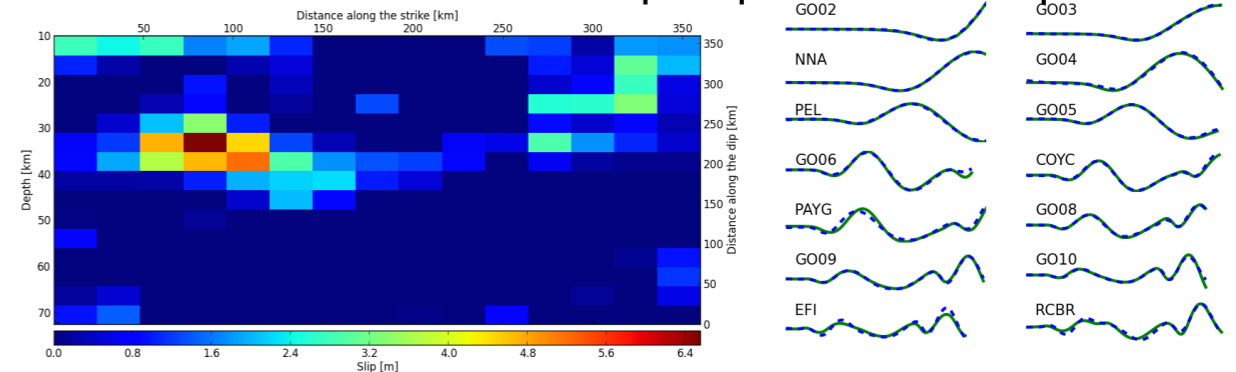
Diego Melgar, Brendan W. Crowell, Jianghui Geng, Richard M. Allen, Yehuda Bock, Sebastian Riquelme, Emma M. Hill, Marino Protti, Athanassios Ganas

Accepted manuscript online: 2 June 2015 [Full publication history](#)

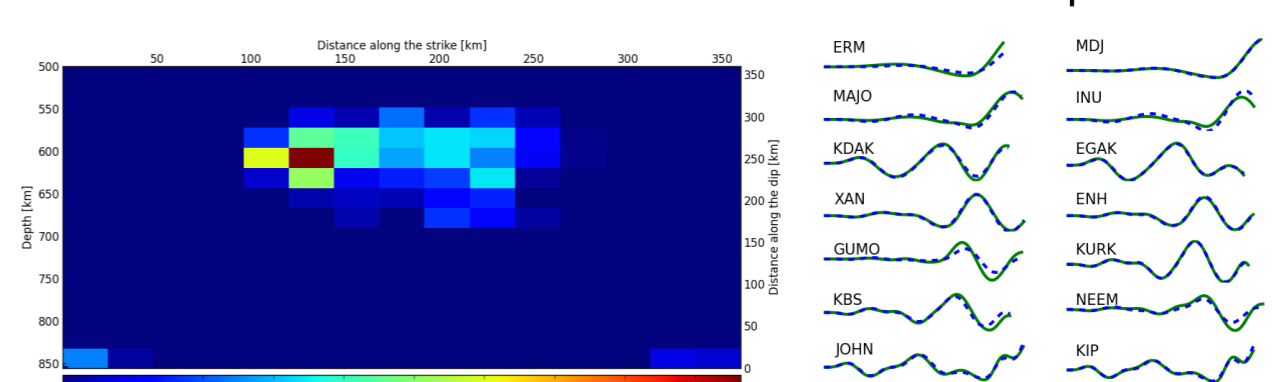
The 2010 Mw 8.8 Male Earthquake



The 2014 Mw 8.2 Iquique Earthquake



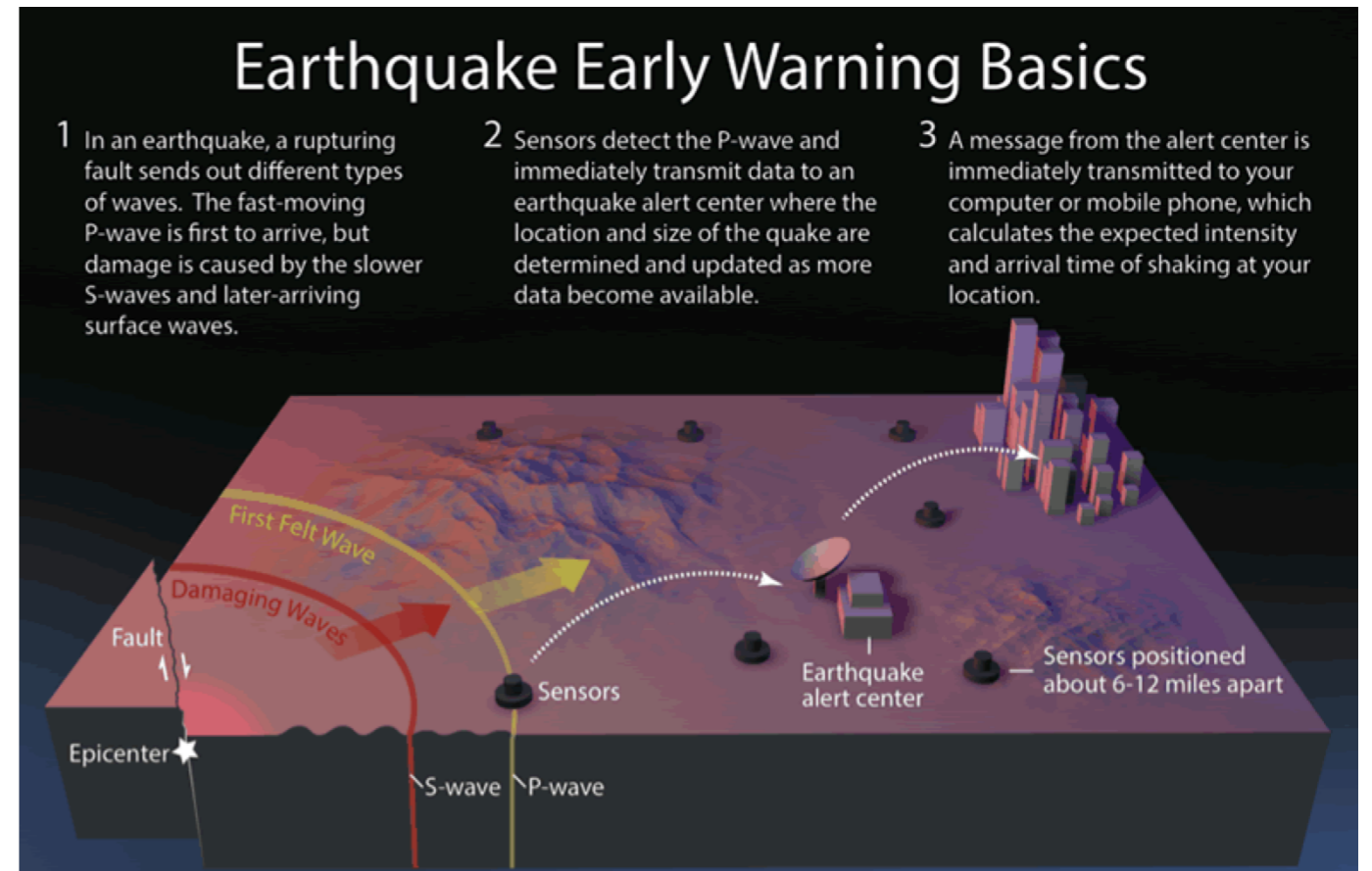
The 2013 Mw 8.3 Oshtok Earthquake



From Benavente R. & Cummins P., 2013

Network Expansion & Earthquake Early Warning (if funding)

- Network expansion up to 900 instruments.
- 2 to 3 Datacenters
- A building.
- 300 MS to monitor crustal faults
- The Nepal Earthquake remind us that we have crustal seismicity.
- Liquiñe-Ofqui (Mw ?) Fiord tsunami
- Magallanes Mw 7.9 1949
- San Ramón potential Mw 7.5 (Armijo et al.)



from <http://earthquake.usgs.gov/research/earlywarning/>

The problem in EEW, is to communicate seismic data, as fast as possible. milliseconds.

“Life is too short to have crappy data”

Thanks