



## *Perfil de Proyecto:* R-Explorer

### **Formulario de postulación para instituciones clientes para el Curso *Proyecto de Software* CC5402**

Nombre del Proyecto:	R-Explorer
Nombre de la Organización postulante:	CR2
Nombre de la Contraparte oficial del Proyecto:	René D. Garreaud
Dirección:	Blanco Encalada 2002
Fono:	9 81836840
e-mail:	rgarreau@uchile.cl

<b>Responsable:</b>	M. Cecilia Bastarrica
<b>Correo Electrónico:</b>	cecilia@dcc.uchile.cl
<b>Versión:</b>	2022.01.5.MCB

## Tabla de Contenidos

---

<b>1.</b>	<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN CLIENTE.....</b>	<b>3</b>
1.1.	BREVE DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN .....	3
1.2.	PRODUCTOS FABRICADOS O SERVICIOS OFRECIDOS .....	3
1.3.	COMPOSICIÓN PROFESIONAL .....	5
<b>2.</b>	<b>INFORMACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER.....</b>	<b>6</b>
2.1.	DESCRIPCIÓN LA OPORTUNIDAD QUE DESEA APROVECHAR O EL PROBLEMA QUE DESEA RESOLVER 6	
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LA APROXIMACIÓN DE SOLUCIÓN .....	9
2.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS .....	11
<b>3.</b>	<b>INFORMACIÓN SOBRE EL CONTEXTO DEL PROYECTO.....</b>	<b>12</b>
3.1.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN VISLUMBRADO .....	12
3.2.	CONTEXTO DE SOFTWARE DEL PROYECTO.....	12
3.3.	PLATAFORMA TECNOLÓGICA DEL PROYECTO .....	12
3.4.	INSERCIÓN DEL PROYECTO EN EL ORGANIGRAMA DE LA ORGANIZACIÓN CLIENTE .....	12
3.5.	INFORMACIÓN DE LAS CONTRAPARTES.....	15
<b>4.</b>	<b>INFORMACIÓN REFERENCIAL .....</b>	<b>16</b>
<b>5.</b>	<b>DECLARACIÓN DE ACEPTACIÓN DE CONDICIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>

## Información de la Organización Cliente

### 1.1. Breve descripción del CR2

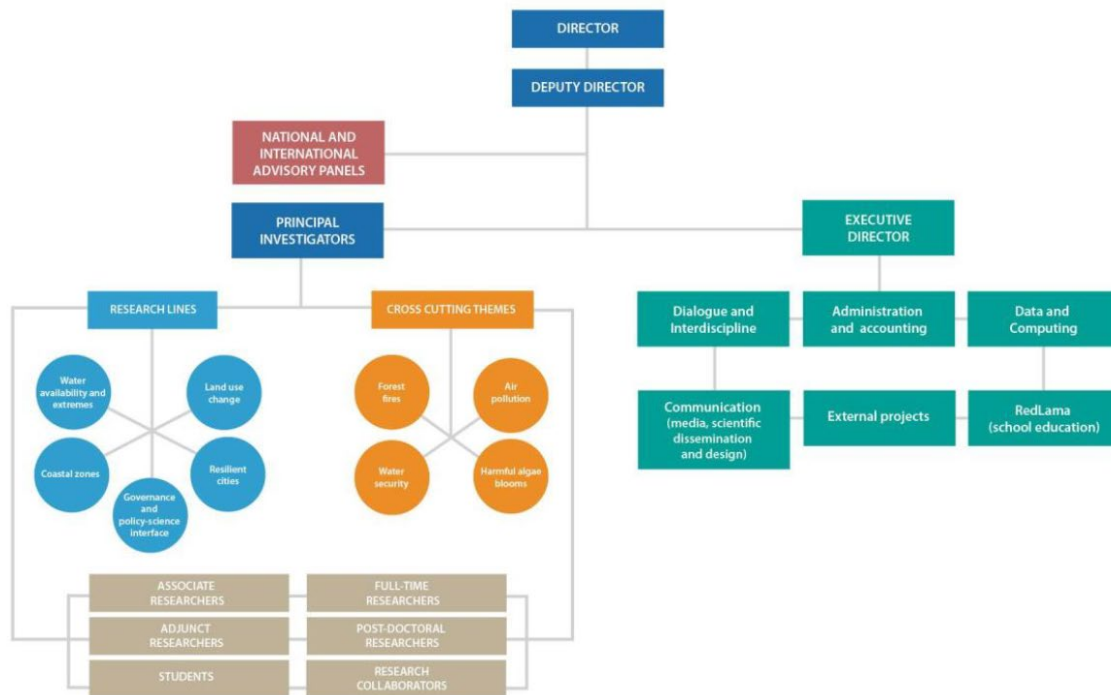
El Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR)2 es un centro de investigación financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) a través de su programa de centros de excelencia en áreas prioritarias (FONDAP). La Universidad patrocinante del (CR)2 es la Universidad de Chile, y la Universidad Austral y la Universidad de Concepción participan como universidades asociadas. El CR2 inició sus actividades el año 2013 con un horizonte inicial de 5 años. En virtud de su excelente desempeño y crecimiento, el proyecto fue renovado el año 2017 comenzando un segundo quinquenio de labores de investigación e interfase con el medio externo. En la actualidad, el CR2 se encuentra en su último año con financiamiento del proyecto FONDAP inicial, pero este financiamiento se extenderá hasta el 2023 a través de un proyecto puente de ANID. Además, ya se están preparando la formulación de una nueva propuesta para continuar con el centro CR2 en los próximos 5-10 años.

La investigación del CR2 se focaliza en la ciencia del sistema terrestre que, de modo interdisciplinario y con una relación cercana con los actores vinculados, busca mejorar la comprensión de este sistema y contribuir a incrementar la capacidad de resiliencia en Chile. En la medida que se mejora el conocimiento científico del sistema climático, su variabilidad, y sus impactos a lo largo de Chile, es posible evaluar medidas de mitigación y adaptación bajo diversos escenarios, fortaleciendo la resiliencia social y manteniendo la estabilidad frente a los cambios.

La estructura organizacional del (CR)2 está determinada por sus líneas o áreas de investigación, cada una liderada por un investigador principal. Existen además dos temas integrativos transversales donde ocurre la mayor parte de la ciencia interdisciplinar. De particular importancia en el contexto de este proyecto es el grupo de Agua y Extremos (WEX) y Zonas Costeras, en cuanto concentran la mayor parte de meteorólogos y climatólogos del centro. El director, junto al subdirector y los investigadores principales de cada línea, forman parte del cuerpo académico directivo, responsable de las decisiones estratégicas del Centro; este cuerpo, además, es asesorado científicamente por un panel de expertos y redes de colaboradores a nivel nacional e internacional. Actualmente participan en el (CR)2 más de 60 investigadores de las ciencias naturales y sociales, todos poseen el grado académico de doctorado, participan también once investigadores postdoctorales, un equipo de comunicaciones conformado por tres periodistas y una diseñadora, un equipo administrativo de cuatro personas ubicadas entre Santiago, Concepción y Valdivia, un equipo de datos y cómputos formado por tres profesionales responsable de bases de datos y cómputos, y una ingeniera civil industrial responsable de gestión y proyectos. La Figura 0 muestra el organigrama de CR2.

### 1.2. Productos fabricados o Servicios ofrecidos

El objetivo fundamental del **Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)** es generar conocimiento en las áreas de su competencia a través de la investigación científica. Gran parte de este conocimiento se ve reflejado en su amplia producción de artículos científicos en revistas internacionales de corriente principal. El nuevo conocimiento es también transferido a la sociedad en forma directa (divulgación y educación) e indirecta (apoyo en políticas públicas, vinculación con empresas públicas y privadas, entre otras formas).



**Figura 0.** Organigrama del Centro de Ciencia del Clima y Resiliencia (CR)2

El trabajo de investigación requiere del manejo de grandes volúmenes de información para su visualización y análisis. La masividad de los datos es especialmente notable en el caso de las ciencias biofísica y en especial en clima y meteorología. Además, los datos que sustentan esta información están muchas veces dispersos y en una multiplicidad de formatos. Esto ha motivado al desarrollo dentro del CR2 de varias bases de datos y “exploradores” denominados en forma genérica **Servicios Climáticos**. Junto con aumentar la eficiencia de la investigación al interior del CR2, los Servicios Climáticos han sido abiertos a toda la comunidad y constituyen uno de los legados más valiosos del centro, siendo ampliamente empleados por otros investigadores, servicios operativos y la comunidad en general.

La [Tabla 1](#) presenta un listado de los actuales Servicios Climáticos del CR2, con una breve reseña de sus aplicaciones y bases de datos. Destacamos el **Explorador Climático**, el primer servicio desarrollado por el CR2 (2015), que permite el acceso y análisis de información climática en estaciones de Chile y Sud América proveniente de múltiples fuentes y que ha sido visitado mas de 221 mil veces. Siguiendo esa misma línea, el año 2018 se desarrolló **VisMet** que permite el acceso y visualización de datos meteorológica horarios en tiempo real (y también históricos) en más de 800 estaciones en territorio nacional, operadas por diversas instituciones (DMC, DGA, AgroMet, CEAZA). Desde su publicación en la Web, esta plataforma ha sido visitada más de 187 mil veces. **VisMet** fue desarrollado por un conjunto de 7 estudiantes del DCC precisamente en el marco del curso del proyecto de Software. El talento y dedicación de los estudiantes junto a la visión y apoyo de la contraparte en el CR2 resultó en el desarrollo de un proyecto de alto impacto, armonioso y que cumplió plenamente las expectativas planteadas inicialmente (Garreaud and Bastarrica 2018).

Servicio	Web	Variables	Base Espacial	Base temporal	Período	Fuente de Datos y tipo
<b>Explorador Climático</b>	explorador.cr2.cl	T, P	Estaciones	Diario	1950-hoy	DMC, DGA, GHCN
CAMELS-CL	camels.cr2.cl	Q, T, P, ET, datos cuenca	Cuencas hidrográficas	Diario	1950-hoy	DGA, DMC, CR2Met
Mawun	mawun.cr2.cl	P	Estaciones / Grilla	Diario	1970-2018	DGA, DMC, CR2Met, RF-MEP, IMERG, ERA5, CHIRPS, TMPA
<b>VisMet</b>	vismet.cr2.cl	P, T	Estaciones	Horario	2015-hoy	DGA, DMC, CEAZA, AgroMet
Plataforma Simulaciones	simulaciones.cr2.cl	P, T, viento,...	Grilla	Diario	1970-2005 2006-2100	30 CIMP5, 5 CORDEX, 2 RegCM (Modelos directo)
Exp. Amenazas Cambio climático	arclim.mma.gob.cl	Índices climáticos	Unidades territoriales	Décadas	1980-2010 2035-2065	25 CIMP5 (Modelos escalados)
Explorador sequías Sudamérica	sada.cr2.cl	Índice de Severidad Sequía Palmer (scPDSI)	Grilla 0.5° x 0.5°	Anual	1400-2000	South American Drought Atlas (SADA) en base a anillos de árbol

DMC: Dirección Meteorológica de Chile; DGA: Dirección General de Aguas  
 Tipo de datos: Estaciones locales, Reanálisis, Datos satelitales, Modelos numéricos

**Tabla 1.** Resumen de Servicios Climáticos desarrollados por el CR2

### 1.3. Composición Profesional

Al comenzar este proyecto prevemos que los siguientes integrantes del CR2 tendrán directa vinculación con el proyecto:

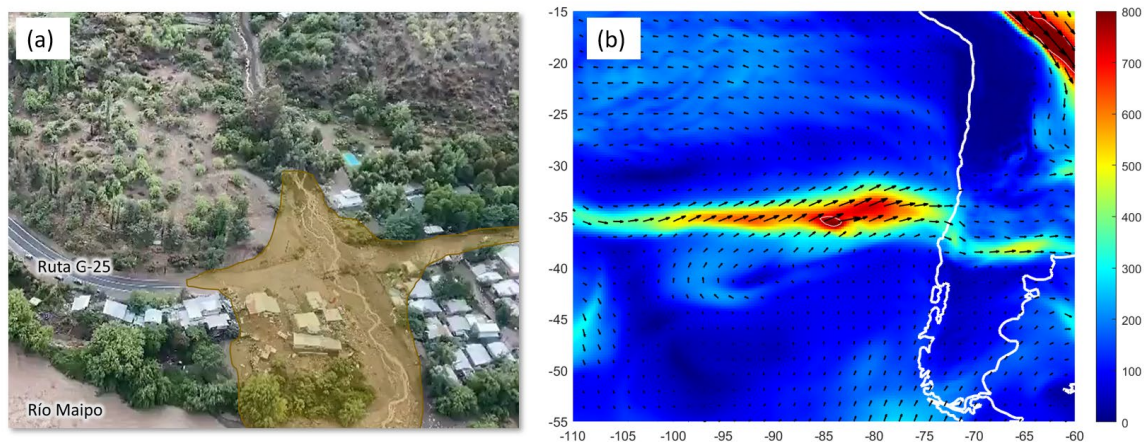
Personal CR2	Cargo en el CR2	Relación con el proyecto
René Garreaud	Director, investigador de WEX	Líder del proyecto, definición del producto y aprobación de versión final
Francisca Muñoz	Jefa de Datos y Cómputos	Soporte computacional, acceso a servidores, definición del producto
Roberto Rondanelli	Investigador de Zonas Costeras (Met/clim)	Definición del producto y aprobación de versión final
Susana Bustos	Encargada de proyectos	Gestión administrativa
Jimena Cortez	Secretaria	Administración

## Información del Problema a Resolver

### 1.4. Descripción la oportunidad que desea aprovechar o el problema que desea resolver

Los fenómenos hidrometeorológicos con mayor impacto en la sociedad y medioambiente suelen suceder a nivel local y a nivel de superficie (o muy cerca de esta). Ejemplos de estos fenómenos incluyen la ocurrencia de aluviones por exceso de lluvia en Atacama, olas de calor en Santiago, eventos de oleaje extremo en Viña del Mar y episodios de contaminación del aire en Temuco. No obstante su carácter local o regional, el origen de estos fenómenos está vinculado a ciertas configuraciones atmosféricas a escala de sinóptica (varios miles de kilómetros en la horizontal) que involucran toda la troposfera (con una altura promedio 12 km). Así, **la interpretación de fenómenos locales requiere el análisis del estado de la atmósfera de forma tridimensional (3D) en una amplia escala mediante la visualización y descripción de variables relevantes**, como los campos de viento, presión, temperatura y humedad.

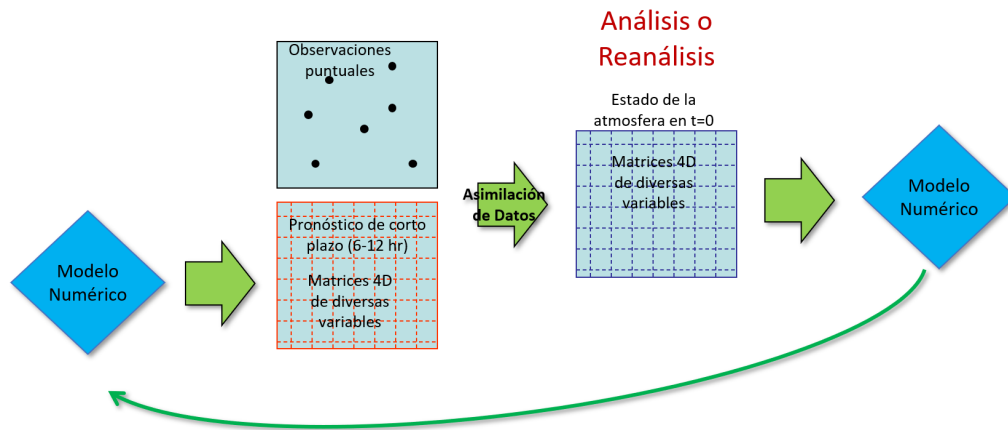
A modo de ejemplo, consideremos nuevamente los aluviones en la precordillera de Chile central a fines de Enero del año 2021 ([Figura 1a](#)) producto de las fuertes e inesperadas precipitaciones. ¿A qué se debieron estas precipitaciones? ¿La humedad provenía del sector Argentino o desde el Pacífico? ¿Las tormentas eran de carácter convectivo (intensas y localizadas) o se trataba de un sistema frontal mucho más extenso? La [Figura 1b](#) muestra los vectores del flujo integrado de vapor de agua sobre buena parte de Sud América y el Pacífico adyacente, lo cual sugiere a un especialista (estudiante, investigador o profesional con competencia en meteorología o hidrología) la presencia de un Río Atmosférico proveniente desde el Pacífico central y descargando contenido de agua conforme es forzado a ascender sobre la ladera Andina.



**Figura 1.** (a) Fotografía aérea de aluviones en el Melocotón (Cajón del Maipo) a fines de enero 2021 causadas por intensas precipitaciones estivales. (b) Campo de flujo integrado de vapor de agua (IVT) con vectores y magnitud (colores) para el día 30 de enero 2021 a las 18 UTC. El mapa fue generado en Matlab ® usando datos del reanálisis ERA5.

La visualización de la configuración sinóptica, como el presentado en la [Figura 1b](#), emplea comúnmente **análisis o reanálisis atmosféricos**. Estos corresponden a **matrices 5D** en que cada elemento indica el valor de una variable (como la temperatura) en un instante de tiempo (usualmente cada una hora) y en un cierto punto de la atmósfera (caracterizado por sus

coordenadas geográficas: latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar). Los análisis atmosféricos cubren todo el planeta y se producen varias veces al día mediante la asimilación de observaciones (en superficie, radiosondas, datos satelitales) sobre una “primera estimación” proveniente de un modelo numérico de la atmosfera inicializado algunas horas antes (Figura 2). La generación de análisis la realizan grandes centros operativos (como el Climate Prediction Center de los EEUU y el European Center for Weather Forecast [ECMWF]) en tiempo real y “contra reloj” pues las matrices resultantes son las condiciones iniciales para el pronóstico numérico del tiempo.



**Figura 2.** Esquema conceptual de la generación de un análisis (cuando es realizado en tiempo real) o reanálisis (en tiempo diferido).

Los centros internacionales realizan una nueva versión de los análisis, pero en tiempo diferido lo que permite asimilar una mayor cantidad de datos observados. Este producto se denomina **Reanálisis** y las matrices 5D que los componen entregan una **descripción fidedigna del estado de la atmosfera**. Es importante destacar que los reanálisis no son una interpolación geoestadística sino una asimilación de observaciones en datos modelados, lo cual asegura que los campos resultantes son físicamente consistentes (cumplen las ecuaciones gobernantes de la atmósfera). En la actualidad existen diversos reanálisis con cobertura global cubriendo un periodo de tiempo desde varias décadas atrás hasta la actualidad (Tabla 2). Una diferencia relevante entre los reanálisis es su resolución. El NNR-1 es el primer reanálisis disponible (1986) y muy popular, desarrollado por el NCEP-NCAR en EEUU; el espaciamiento horizontal es de  $2.5^\circ$  latitud  $\times$   $2.5^\circ$  longitud (es decir los puntos de grilla en la horizontal están separados por más de 250 km en el sentido norte-sur y este-oeste), resolución temporal de 6 horas (datos a las 00, 06, 12 y 18 GMT) y tiene 17 niveles entre la superficie y el tope de la tropósfera. En contraste, el ERA5 -producido por el ECMWF- es considerado el estado del arte en reanálisis con resolución de  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$  lat-lon, 45 niveles verticales disponibles cada una hora.



Data Source	Data Periods	Temporal Resolution	Spatial Resolution	Vertical Resolution	Download Link	Data Availability
MERRA-3 MERRA-6	1979 to 2016	3 hourly 6 hourly	$1.25^\circ \times 1.25^\circ$ $1/2^\circ \times 2/3^\circ$	42 pressure levels	<a href="https://disc.sci.gsfc.nasa.gov/">https://disc.sci.gsfc.nasa.gov/</a>	All data is available for free
MERRA2-3 MERRA2-6	1980 to Present	3 hourly 6 hourly	$0.5^\circ \times 0.625^\circ$	42 pressure levels		
ERA-Interim	1979 to Present	6 hourly	$0.75^\circ \times 0.75^\circ$	37 pressure levels	<a href="http://apps.ecmwf.int/datasets/">http://apps.ecmwf.int/datasets/</a>	
NCEP/DOE Reanalysis 2	1979 to Present	6 hourly	$2.5^\circ \times 2.5^\circ$	17 pressure levels	<a href="https://rda.ucar.edu/datasets/ds091.0/">https://rda.ucar.edu/datasets/ds091.0/</a>	
NCEP/FNL	1999 to Present	6 hourly	$1.0^\circ \times 1.0^\circ$	21 pressure levels	<a href="https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/">https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/</a>	
JRA-55	1958 to Present	6 hourly	$1.25^\circ \times 1.25^\circ$	27 pressure levels	<a href="http://jra.kishou.go.jp/JRA-55/index_en.html">http://jra.kishou.go.jp/JRA-55/index_en.html</a>	
<b>NCEP/NCAR Reanalysis 1</b>	1948 to Present	6 hourly	$2.5^\circ \times 2.5^\circ$	17 pressure levels	<a href="https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html">https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html</a>	
<b>ERA5</b>	1948 to Present	1 hourly	$0.25^\circ \times 0.25^\circ$	47 pressure levels	<a href="https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=form">https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-pressure-levels?tab=form</a>	

**Tabla 2.** Características generales de reanálisis disponibles a nivel global. Se destacan NNR1 y ERA5. Adaptado de Meng and Cheng 2018.

**El volumen de datos de los reanálisis es muy grande.** En el caso del “grueso” NNR-1, las actuales siete décadas disponibles para 10 variables claves corresponden a  $70 \times 365 \times 6 \times 10 \times 144 \times 72 \times 17 \approx 3 \times 10^{12}$  datos. En el caso del ERA5, estas 7 siete décadas de datos corresponden a  $3 \times 10^{14}$ . Los desarrolladores de reanálisis recurren entonces a formatos especiales que ofrecen algún grado de compresión, siendo el **NetCDF** el más popular (<https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/>). Aun así, el volumen de la base completa de reanálisis es de decenas de Gigabytes. Por su parte, los investigadores y profesionales emplean software especializado para visualizar y analizar los reanálisis, incluyendo GrADS (*Graphical Analysis and Display System*) e IDV (*Integrated Data Viewer*) o rutinas especiales en Matlab, R o Python. Todas estas alternativas permiten la ejecución de programas mediante un Batch propio o API. En este contexto, es de relevancia la práctica profesional del estudiante del DCC Sr. Alexander Walmsley realizada en el CR2 a comienzos del 2021 bajo la supervisión de Francisca Muñoz (*Apoyo en generación de gráficos relacionados a eventos climáticos extremos*).

Regresemos por un momento a la tormenta de Enero 2021. Para construir la **Figura 1b** fue necesario:

- Buscar los datos de ERA5 de las variables relevantes en un computador local o descargar los datos desde la página web de ECMWF.
- Leer los datos (Matlab en este caso)
- Generar la figura (Matlab en este caso)
- Eventualmente exportar los datos específicos a otro formato para su posterior análisis.

Esta es una tarea bastante común para estudiantes, investigadores y profesionales, y dependiendo de sus habilidades computacionales y conexión a internet puede tomar de unos pocos minutos a más de una hora. ¡Es **justamente aquí donde aparece la necesidad y oportunidad para este proyecto de software!** Contar con una plataforma web que permita realizar esta tarea de manera simple y automática una vez que el usuario a definido la base de datos, variable, región y tiempo que desea visualizar.

Esta plataforma, que llamaremos **R-Explorer**, facilitará los análisis meteorológicos y climáticos para una amplia comunidad de científicos, estudiantes y profesionales. Siempre es posible que los



usuarios realicen análisis posteriores usando sus propios software y subrutinas, pero la posibilidad de una visualización rápida de las condiciones meteorológicas de escala sinóptica anticipa que **R-Explorer** se convertirá en herramienta muy popular a nivel global.

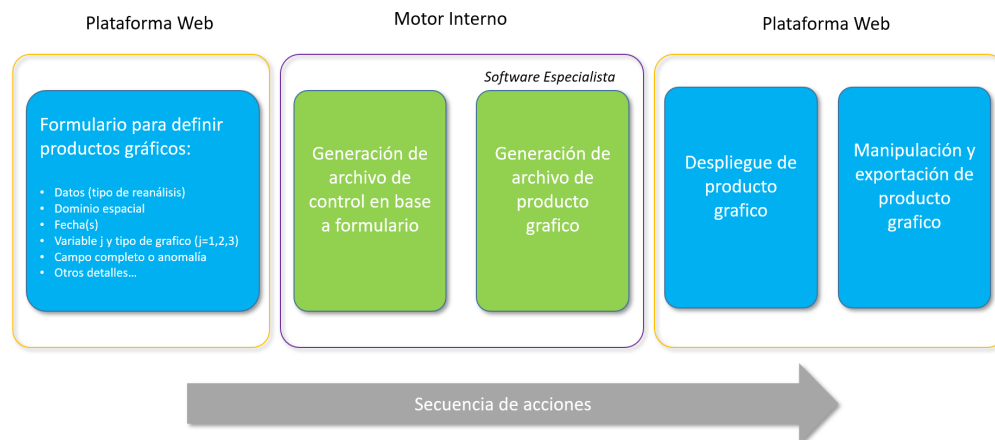
## 1.5. Descripción de la aproximación de solución

**R-Explorer** tendrá dos componentes principales (Figura 3):

- Un plataforma interactiva consistente en una página web que permitirá al usuario definir el producto que desea visualizar (selección de dominio espacial, reanálisis, fecha(s) y variable(s)). En la misma página web se desplegarán los productos gráficos (mapas o cortes verticales) permitiendo al usuario su manipulación (por ejemplo, cambiar la paleta de colores) y exportar el subconjunto de datos empleados en diversos formatos.
- Un “motor interno” (invisible al usuario) encargado de generar los productos gráficos. Este sistema recibe el requerimiento del usuario desde la plataforma interactiva, lee los archivos necesarios desde el repositorio de datos, realiza algunos cálculos simples sobre la variable tiempo, produce los mapas y los despliega en la web. La lectura, operación de los datos y la generación de gráficos se realizará empleando un software especializado (como GrADS, IDV, Matlab, python/R con las librerías necesarias o CDO para operación de NetCDF) disponible en los servidores del CR2, cuya selección la realizarán los desarrolladores de este proyecto.

El repositorio de datos corresponde al conjunto de archivos de reanálisis (y eventualmente otras fuentes de datos), en formato NetCDF, que estarán disponibles para el desarrollo del proyecto en las servidores de datos del CR2.

En términos generales, el desarrollo de la plataforma web y el motor interno son actividades que pueden avanzar en paralelo, pero con una fuerte interdependencia entre ambas. Las dos tareas son prioritarias y se debe coordinar su avance para llegar al producto final al termino de un semestre.

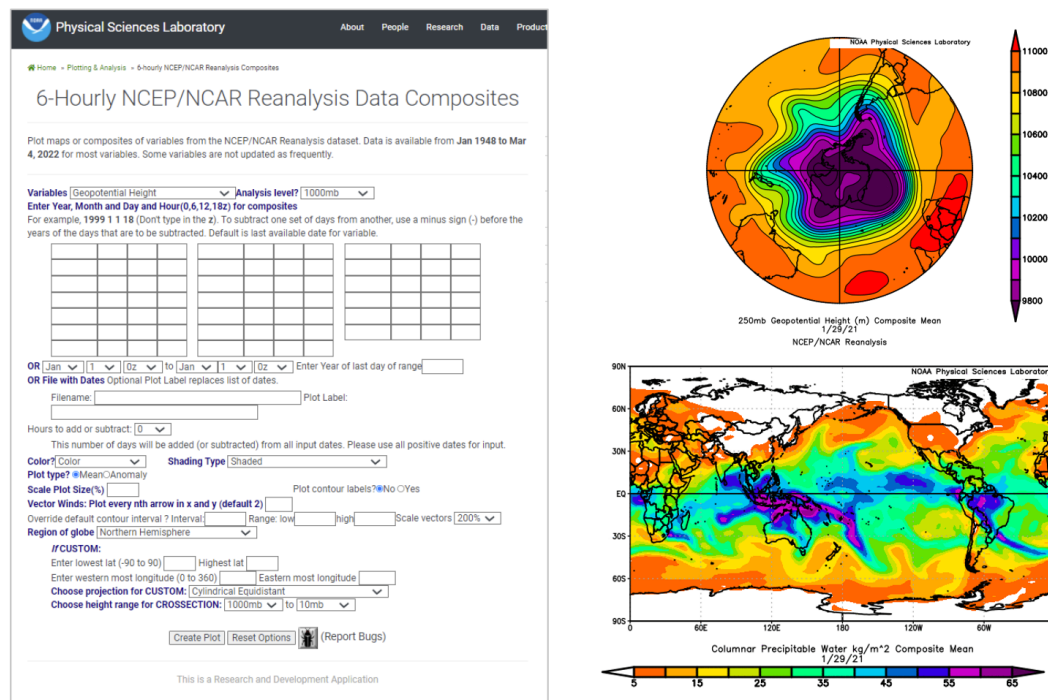


**Figura 3.** Esquema general de **R-Explorer**

*Alternativas disponibles*

Los reanálisis atmosféricos (ERA5, NNR y muchos otros) están disponibles en forma abierta desde las paginas web de las instituciones que la desarrollan, aunque requieren crear cuentas de acceso y un conocimiento acabado para determinar qué archivos exactamente son los que se necesitan. Los usuarios típicamente descargan los datos para casos específicos o poseen repositorios más generales en sus propios computadores. La visualización y análisis se realiza usando software especializados en meteorología y clima (como GrADS e IDV, entre otros) o emplean subrutinas en software más genérico como Matlab, R o Python. Estos software deben tener la posibilidad de leer archivos en formato NetCDF o HDF. Esta alternativa, “hágalo usted mismo”, es válida y muy común, pero toma tiempo y esta restringida a usuarios con algún manejo en computación científica. Ver por ejemplo la práctica profesional de Alexander Walmsley (DCC-CR2, 2021)

Existen también algunas alternativas web similares a lo propuesto en **R-Explorer**. El *Physical Science Lab* de la NOAA (EE.UU.) tiene un visualizador de reanálisis muy popular que permite desplegar mapas de campos meteorológicos (Figura 4) para fechas específicas (una o más) o su anomalía (diferencia con respecto al promedio de largo plazo): <https://psl.noaa.gov/data/composites/hour/>. Sin embargo, el explorador del PSL está limitado al despliegue de campos del NCEP-NCAR Reanalysis que tiene una grilla muy gruesa ( $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  lat-lon) y permite visualizar un campo a la vez. Pese a eso, esta página web constituye una referencia clave para el desarrollo del **R-Explorer** he incluye muchas de las funcionalidades que la nuestra plataforma deberá poseer. Otra referencia importantes es el *Climate Reanalyzer*, el cual permite visualizar resultados de diversos reanálisis, pero esta mas bien orientado a promedios mensuales (de allí su carácter climático) y sus opciones graficas son mas bien limitadas (dominios geográficos predefinidos).



**Figura 4.** Interfase gráfica y un par de ejemplos de mapas obtenido en el explorador de NNR disponible en la PDS de la NOAA.

### *Incertidumbres y desafíos*

Hay dos elementos que agregan incertidumbre al desarrollo de R-Explorer:

- La eficiencia en el acceso a la base de datos (repositorio de archivos NetCDF), que debe ser suficientemente rápida y robusta para no dejar esperando al usuario mas de 1-2 segundos luego de hecha la selección.
- La visualización inicial del producto seleccionado debe ser clara y atractiva de manera que permita un análisis rápido de los rasgos sinópticos que se están investigando. En este sentido, los gráficos generados por GrADS son un buen ejemplo de un producto de buena calidad. Es posible que muchos usuarios descarguen las imágenes para su uso directo en informes y artículos.

## 1.6. Descripción de los usuarios

Los usuarios de **R-Explorer** son investigadores, profesionales y estudiantes en el ámbito de la Meteorología, Climatología e Hidrología. También es posible que esta plataforma se empleada por otros Geo-científicos (geógrafos, geólogos, glaciólogos, etc.). Se trata de una comunidad global de miles de individuos que verán tremendamente facilitado el análisis (al menos la etapa preliminar de este) de condiciones sinópticas y climáticas mediante una plataforma Web que disponibilizará los reanálisis atmosféricos u otros productos meteorológicos.

El ahorro de tiempo en el despliegue de campos meteorológicos con gráficos de alta calidad permitirá análisis exploratorios mas eficientes. Adicionalmente, el acceso a grandes bases de datos sin necesidad de descargar un gran volumen de archivos permitirá esta exploración con un mínimo de recursos computacionales (memoria y CPU) y sin la necesidad de contar en forma local con software especializado.

## Información sobre el Contexto del Proyecto

### 1.7. Plan de Implementación vislumbrado

- ¿Cuál es el equipo dentro de tu organización cliente que debe involucrarse en el proyecto? ¿Cuál es la función de cada uno?

Por parte del CR2 participará: René Garreaud (Dr. en Meteorología y líder del proyecto); Francisca Muñoz (Encargada de datos y cómputos del CR2) y Roberto Rondanelli (Dr. en Meteorología). Garreaud y Rondanelli entregarán las directrices del proyecto (que se espera) y ayudarán al equipo del DCC a familiarizarse con los reanálisis, archivos NetCDF, software de análisis, etc. Muñoz y su equipo brindarán apoyo computacional para que el equipo del DCC tenga acceso a nuestros servidores y bases de datos.

- ¿Cuáles son las actividades claves que el equipo de la organización cliente debe emprender y las decisiones claves que debe tomar?

Las principales decisiones que el equipo DCC deberá tomar en conjunto con cliente (CR2) son: (a) el software, forma de configuración y API que provee el motor interno (agregar nuevas fuentes, lectura de datos y generación de productos gráficos) y (b) detalles sobre la plataforma web interactiva (que alternativas serán dispuestas, detalles sobre el “look and feel”, configuración, etc).

- ¿Cuáles son los principales productos esperados, desde la perspectiva de negocio?

El desarrollo del sistema R-Explorer. Una plataforma interactiva para análisis meteorológico en base a reanálisis atmosféricos.

### 1.8. Contexto de sistemas tecnológicos del proyecto de software

**R-Explorer** deberá ser operativo en diversos navegadores de Internet empleando un computador o Tablet (no estamos pensando en Smartphones). El sistema final (instalado en los servidores del CR2) deberá tener la capacidad de leer de forma eficiente múltiples y masivos archivos NetCDF. Para lo anterior y generación de mapas se hará uso de software existente.

### 1.9. Plataforma Tecnológica del proyecto

La administración de sistemas se realiza en conjunto con NLHPC (Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento) y en particular Pablo Flores, administrador del sistema compartido, quien ha implementado una arquitectura de Alta Disponibilidad. Esta utiliza la plataforma Proxmox como Clúster de Virtualización con sistema de archivos CEPH compartido, con todos los servicios y plataformas separadas en Máquinas Virtuales, infraestructura redundante y más robusta a fallas.

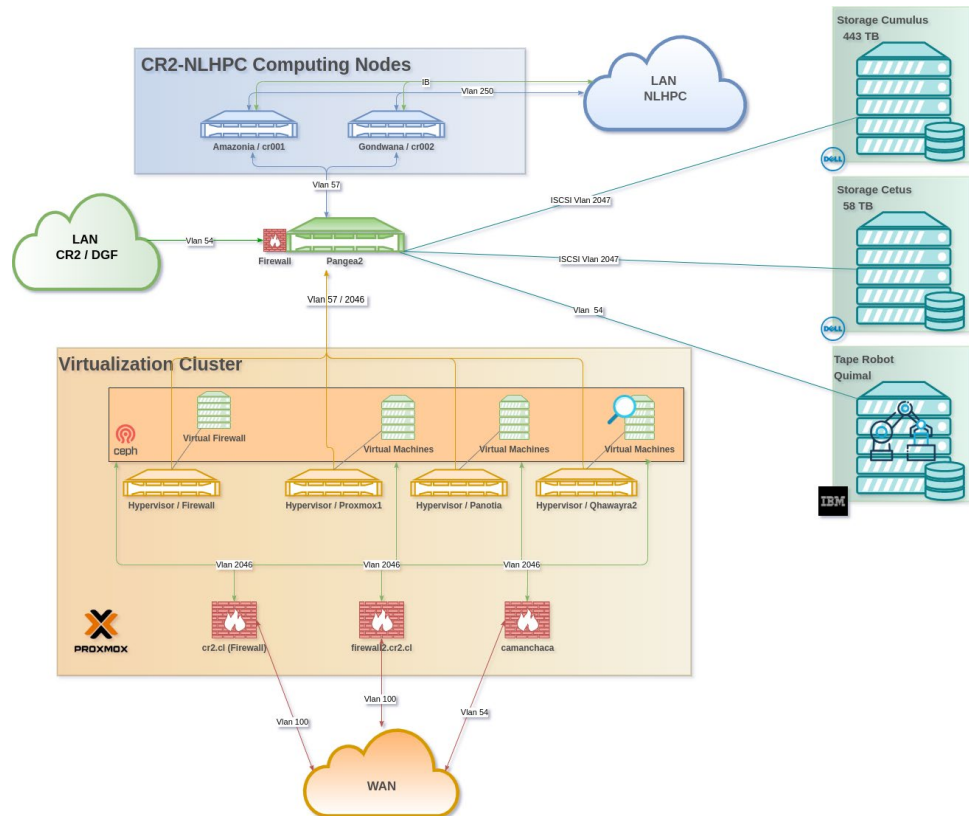


Figure 9 Arquitectura para servicios, almacenamiento y nodos de cómputos

Actualmente la alta disponibilidad de la arquitectura asegura la continuidad operativa ante eventuales fallas en el hardware del servidor. Todas las nuevas plataformas se implementan usando contenedores Docker, que incluyen el entorno y el contenido para que se ejecuten las plataformas, incluidas bibliotecas, archivos de configuración, acceso a datos, etc. Con estos contenedores, es posible implementar plataformas desde un entorno a un entorno de producción de forma sencilla, asegurando un despliegue impecable y un correcto funcionamiento.

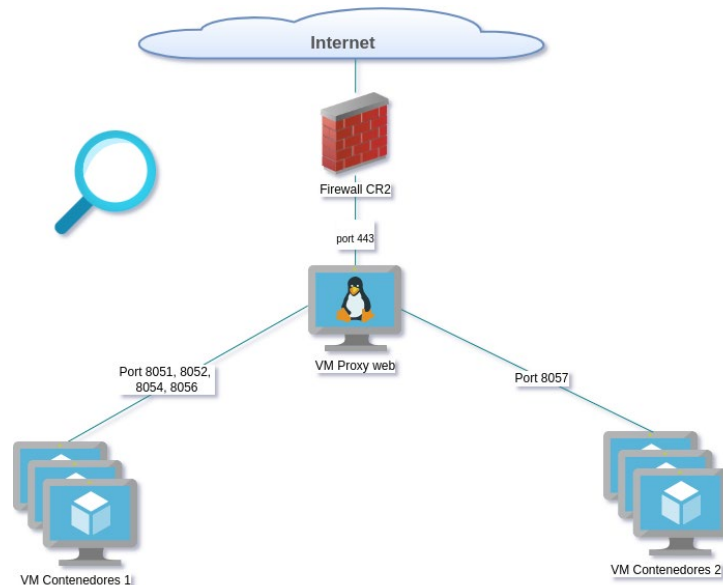


Figure 10 Arquitectura de Contenedores para implementar plataformas

- **El Cluster de Virtualización Proxmox** se compone de tres servidores Dell PowerEdge R520 (2014), Dell PowerEdge R530 (2015), Dell PowerEdge R720 (2014), con OS CentOS Linux ultimo release, 12/16/20 intel cores, 128GB/168GB/192GB, la cantidad de espacio en disco y la cantidad de memoria RAM que se puede asignar a cada máquina virtual o contenedor es flexible.
- **Enlace:** normal de la Universidad

**Computadores disponibles\*:**

2 NOTEBOOK HP ENVY 15-AS004LA

3 Desktops DELL

Intranet: intranet.cr2.cl, aplicación tiki wiki v15.2. Contiene wiki, documentos, formularios, registros relacionados con el quehacer del centro.

Impresoras: impresora de red a color

### **1.10. Inserción del proyecto en el organigrama de la organización cliente**

El equipo del DCC interactuara con investigadores en Meteorología y Clima del CR2, mayormente agrupados en la línea “Water and Extremes” y “Coastal Zones”. Estos investigadores (Garreaud, Rondanelli, otros) proveerán la guía del proyecto: ¿Qué queremos? ¿Como se verá R-Explorer? Tendrá contacto permanente con la unidad de datos y cómputos para respaldo en esta áreas.

**1.11. Información de las contrapartes****Información de la Organización Cliente**

Razón Social	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Universidad de Chile
RUT	60.910.000-1
Dirección física	Blanco Encalada 2002, Santiago
Dirección web	www.cr2.cl

**Información del Responsable Institucional (Sponsor)**

Nombre completo		René D. Garreaud			
RUT	9.606.852-2		Antigüedad en la organización (años)	10	
Cargo en la organización		Director, Investigador WEX		Antigüedad	10
Formación Profesional		Dr. en Ciencias Atmosféricas			
Fono	229784310		Correo electrónico	rgarreau@uchile.cl	
Dirección física		Blanco Encalada 2002, Santiago			
Observaciones:					

**Información de la Contraparte 1**

Nombre completo		René D. Garreaud			
RUT	9.606.852-2		Antigüedad en la organización (años)	10	
Cargo en la organización		Director, Investigador WEX		Antigüedad	10
Formación Profesional		Dr. en Ciencias Atmosféricas			
Fono	229784310		Correo electrónico	rgarreau@uchile.cl	
Dirección física		Blanco Encalada 2002, Santiago			
Observaciones:					

**Información de la Contraparte 2**

Nombre completo		Francisca Muñoz		
RUT	13.064.454-6		Antigüedad en la organización (años)	10
Cargo en la organización		Encargada Datos y Computos	Antigüedad	10
Formación Profesional		Ingeniero en Computación, MSc data sciences		
Fono	229784311	Correo electrónico	franmuno@uchile.cl	
Dirección física		Blanco Encalada 2002, Santiago		
Observaciones:				

**Información de la Contraparte 3**

Información de la Contraparte				
Nombre completo		Roberto Rondanelli		
RUT	13.064.454-6		Antigüedad en la organización (años)	10
Cargo en la organización		Investigador Zonas Coste	Antigüedad	10
Formación Profesional		PhD Ciencias Atmosféricas		
Fono	229784311	Correo electrónico	ronda@dgf.uchile.cl	
Dirección física		Blanco Encalada 2002, Santiago		
Observaciones:				



## Información referencial

¿Cómo fue que supieron de esta iniciativa del DCC?

(Contestar todas las alternativas que sean aplicables)

Ya hemos postulado con anterioridad	Si, el año 2018. Se desarrolló el sistema de visualización de datos meteorológicos VisMet ( <a href="https://vismet.cr2.cl/">https://vismet.cr2.cl/</a> ) de amplio uso, con mas 170 mil visitas en a la fecha
-------------------------------------	--

## Declaración de aceptación de condiciones para el desarrollo del proyecto

En Santiago, 7 de Marzo de 2022, yo, René Garreaud en mi rol de director del CR2, declaro aceptar los términos y condiciones definidos en el portal de descripción del curso CC5401 Proyecto de Software (portalpsw.dcc.uchile.cl) que se detallan a continuación”:

- Comprometerse a efectuar un aporte económico de \$1.800.000, en dos cuotas de \$900.000 cada una, una al comienzo y otra al final del proyecto, contra entrega satisfactoria.
- Estar en condiciones de firmar el convenio que se adjunta sin modificaciones ni anexos.
- Disponer para el proyecto de una contraparte oficial y otra suplente. Este rol está definido por:
  - o Pertenecer a la organización cliente.
  - o Poseer conocimiento acabado del problema de negocio a resolver en el proyecto.
  - o Tener la confianza de la organización para tomar decisiones autónomamente, que serán respetadas por instancias superiores.
  - o Dedicación mínima de 8 horas a la semana para trabajar con el equipo de forma remota y al menos 4 horas de trabajo presencial por cada iteración con los alumnos.
- Disponer de puestos de trabajo en un mismo lugar con equipamiento adecuado, cerca de la contraparte y de los usuarios finales para todas las sesiones presenciales.
- Asistir a las tres presentaciones de avance de los proyectos.
- Comprometerse a mencionar la participación del DCC y el curso Proyecto de Software en el proyecto desarrollado en notas de prensa que puedan aparecer relativas al mismo.

Todo lo anterior, una vez que esta postulación haya sido aceptada por el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile.



---

René D. Garreaud  
9.606.852-2  
Director CR2 – U. de Chile

---

Timbre de la institución