



A Few Examples of HPC Applications in Science and Technology

Numerical Simulations of Granular Flows

Aplicación Web para Pronóstico Fermentación Vino

Gonzalo Hernández

UV, School of Industrial Engineering

Associate Researcher CCTVal

Numerical Simulations Granular Flows: Introduction

- High Performance Computing techniques for multibody dynamics simulation has been developed and applied.
- An important decreasing in computational time has been achieved by better handle of memory.
- Different simulations have been made in order to compare results with real experiments.
- A visualization module (VPython) for simulations is developed.
- This project is in the scope of Roberto León PhD. Thesis work, in cooperation between Univ. Tec. Fed. Sta. María and Université Paris – Est.



Numerical Simulations Granular Flows: Introduction

AC – D² method is used for numerical simulation and consists in replacing the contact force by percussions. The method is given by 3 principal steps:

- 1) The solids move with constant velocity during Δt .
- 2) Contact points are computed with the positions of the solids at the end of the time step. Solids are simulated by regular polyhedrons, and contact detection techniques are used to get the contact points.
- 3) New velocities are computed. Percussions used in the method are quadratic functions, therefore, a quadratic minimization problem with linear constraints is solved to obtain the velocities.

$$\min_{\vec{x} \in \Psi} F(\vec{x}) = \vec{x}^T (M + \Xi) \vec{x} - 2\vec{x}^T M \vec{U}^- - \vec{x}^T \vec{T}^{ex}$$

$$\Psi = \left\{ b_k - \vec{c}_k^T \vec{x} \leq 0, \forall k = 1, p \right\} \text{with } p \text{ the number of contacts}$$

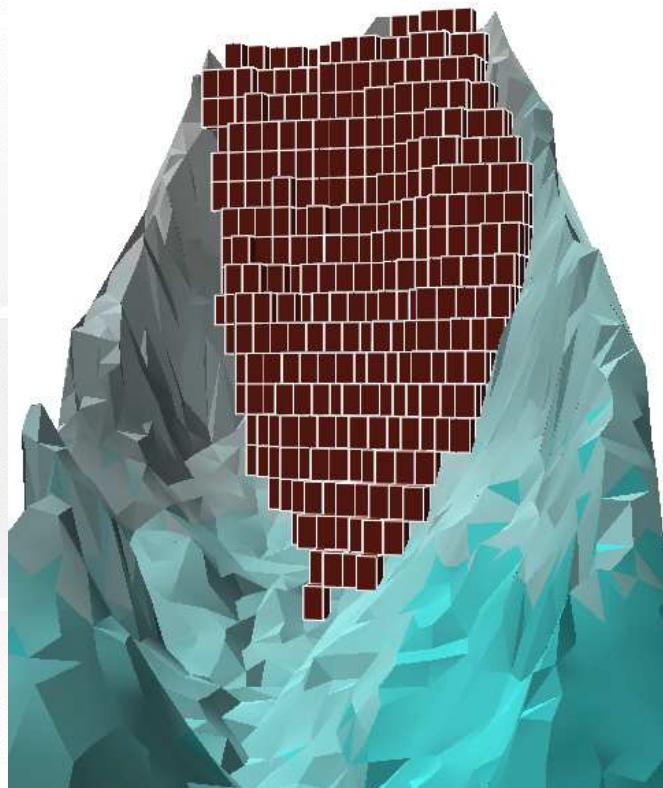


Numerical Simulations Granular Flows

- Granular Flows:
- Real rockslide in Martinique Island, France. The material was at the top of the cliff, then has fallen to the bottom and reposing there.
- Total material volume has been measured. Airborne LiDAR data have been acquired before and after the collapsed
- Therefore, two accurate 3D points reconstruct the exact location of missing material.



Numerical Simulations Granular Flows



Initial position: 435 solids



Rockslide evolution

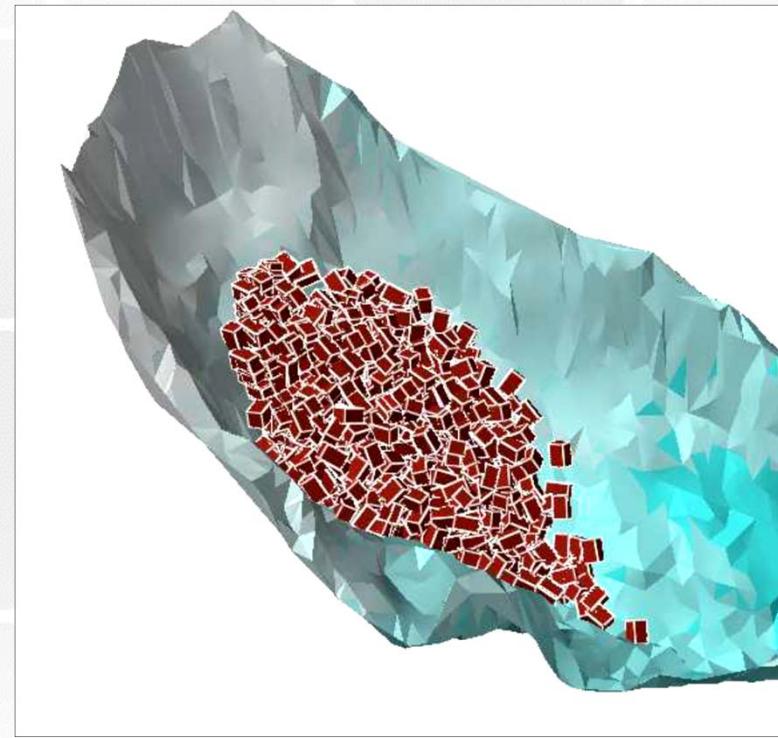
A – CD² method has been used for contacts between and solids and with the surface.



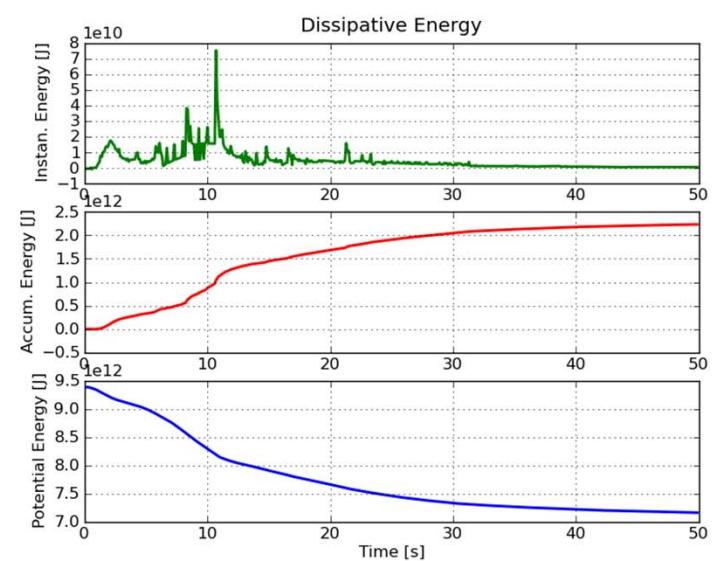
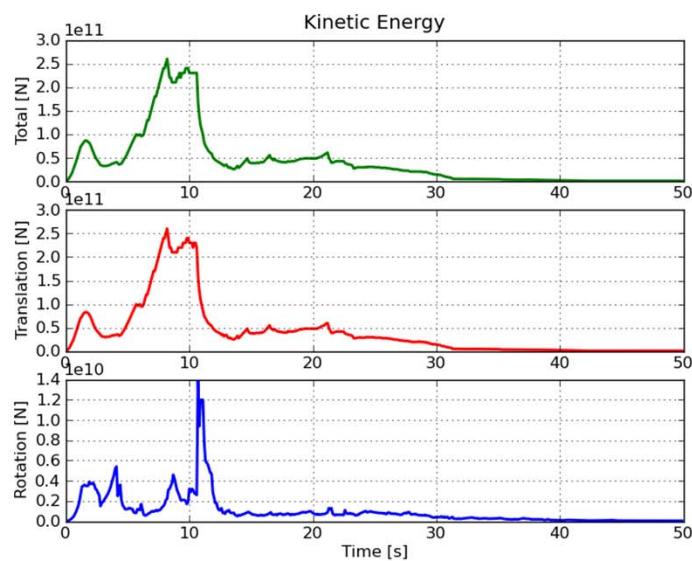
Numerical Simulations Granular Flows



Comparison between real rockslide and numerical simulation: shape of final deposit is similar to the real one.

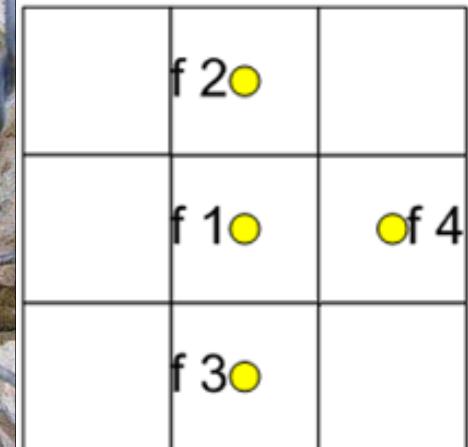


Kinetic energy, potential energy and dissipative energy curves

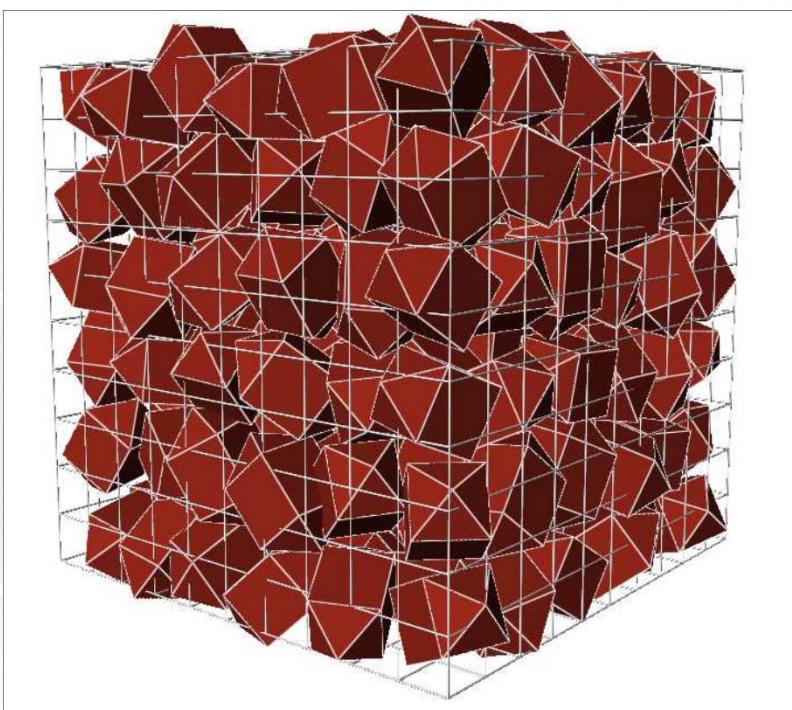


Numerical Simulations Granular Flows

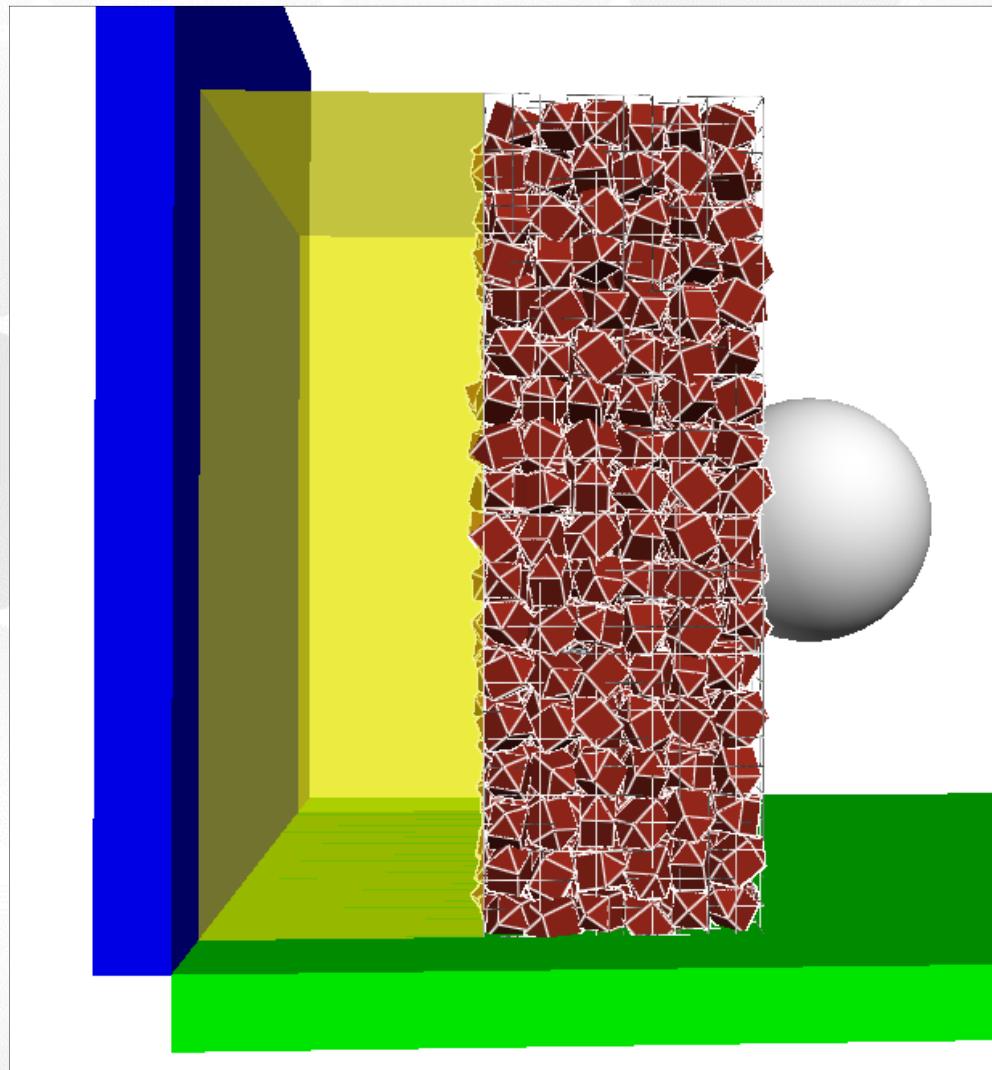
- Granular Layer Impact
- Experimental study of a shock – absorber structure (CER Rouen Project ANR Rempare and OR 11RO94)
- Sensors are positioned inside the structure to obtain force data information.
- Four sensors are positioned: in the central gabion (f1), at top (f2), at bottom (f3) and in the central right (f4).



Numerical Simulations Granular Flows



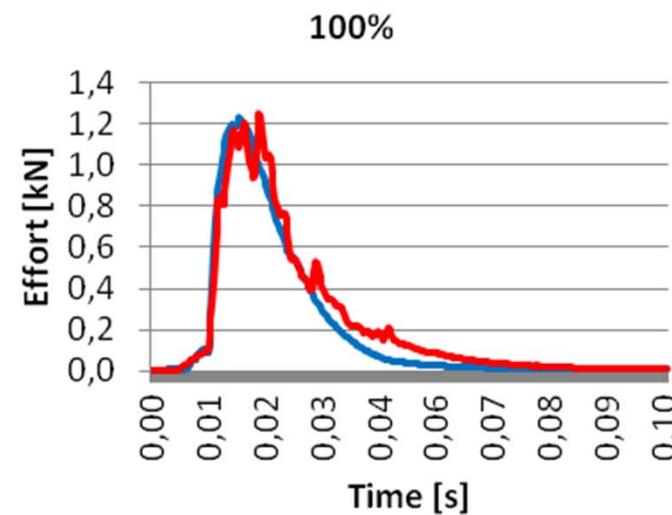
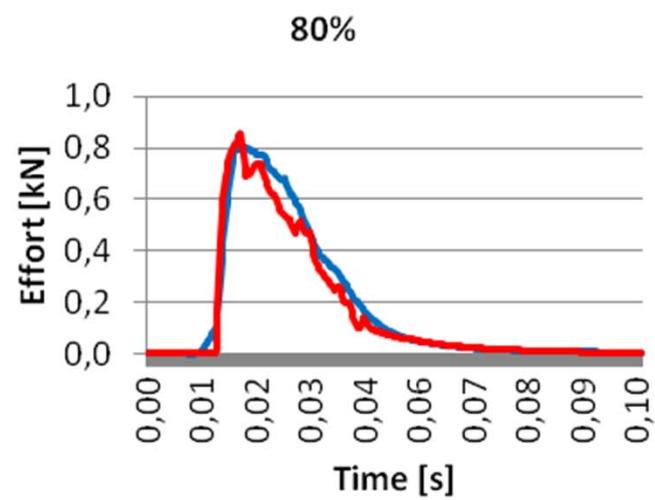
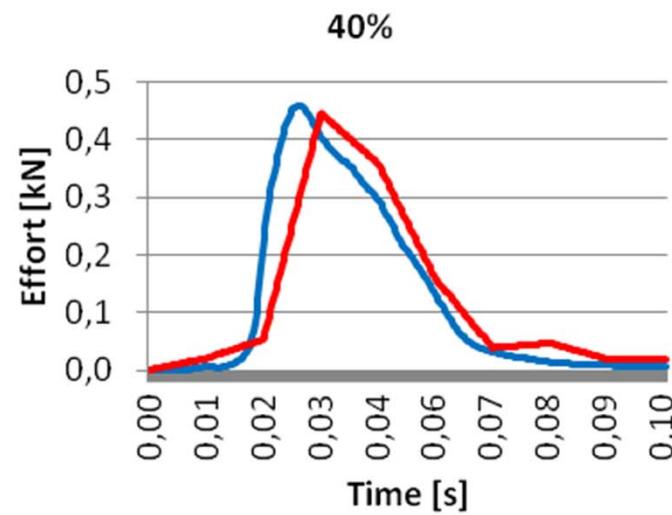
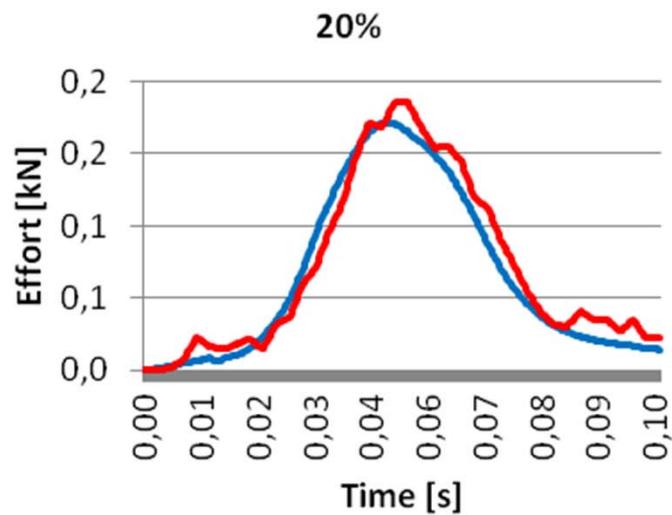
A single gabion with 216 grains.
The entire structure is made by
9 gabions: a total of 1944 solids



Shock – absorber structure: sand (yellow),
back wall (blue) and ground (green)

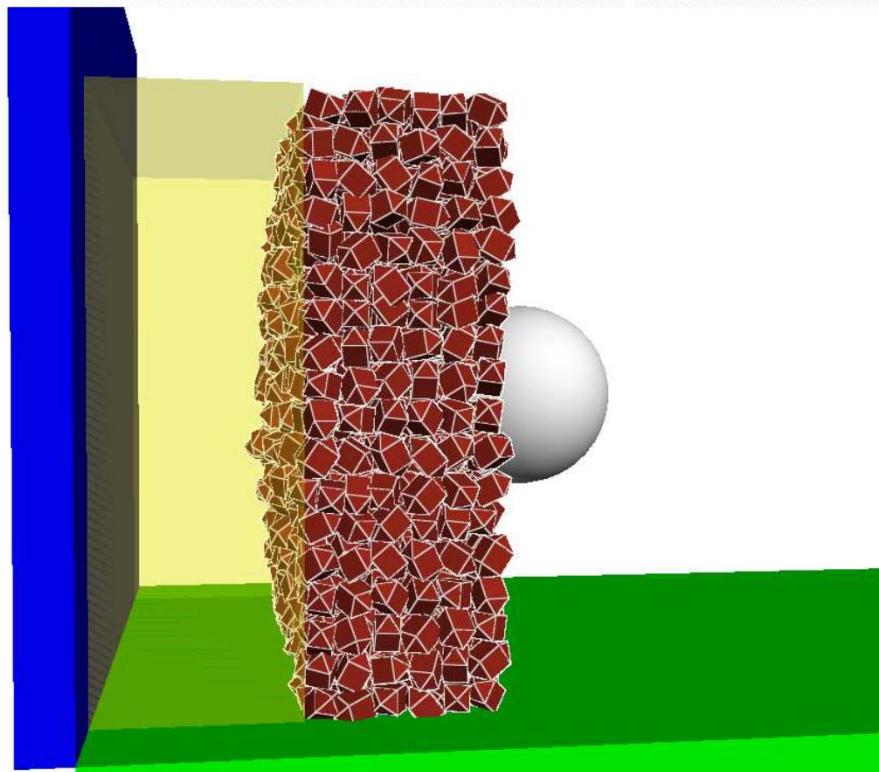
Numerical Simulations Granular Flows

Force curves f1: 20%, 40%, 80% and 100% of maximal energy level (10 kJ).



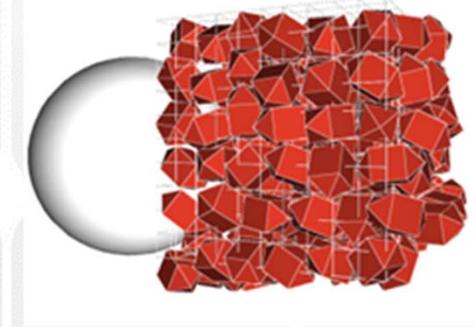
Blue: experimental curve. Red: numerical curve

Numerical Simulations Granular Flows

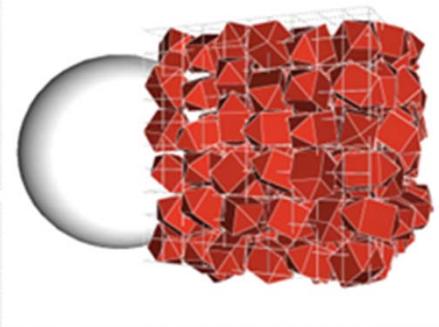


Shape of structure after impact

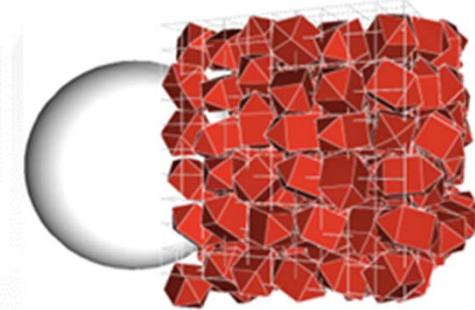
20% max energy



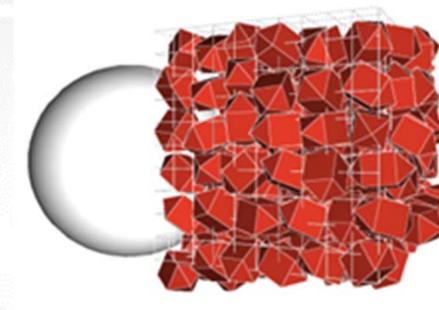
40% max energy



80% max energy



100% max energy



Central gabion impacts

ISI Publications:

- 1) Dimnet, E., E. Haza-Rozier, G. Vinceslas, R. León, G. Hernández,
Numerical Study of Impacts on a Granular Layer Structure, Submitted
to International Journal of Impact Engineering, September 2012.
- 2) Dimnet, E., E. Haza-Rozier, G. Vinceslas, R. León, G. Hernández,
Experimental and Numerical Study of a Shockabsorbing Structure,
Submitted to Acta Mechanica, August 2012.
- 3) Hernández, G., R. Leon, L. Salinas, E. Dimnet, A Fragmentation
Model with Neighborhood Interaction, Applied Mathematical Modelling
Vol. 36, pp. 1694-1702, 2012. (ISI).

Conference Publications:

- 1) León, R., E. Dimnet, G. Hernández, Numerical Simulation of a Multi-Particle Systems, XIX Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, Rosario, Argentina, Nov. 01–04, 2011.
- 2) León, R., E. Dimnet, G. Hernández, Numerical Computation of a Granular Flow, X Jornadas de Mecánica Computacional, Santiago, Chile, October 13 – 14, 2011.
- 3) Hernández, G., R. León, A Fracture Curve Generated by Nearest Flaws, III Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI 2011), Bahía Blanca, Argentina, 09 – 11 Mayo, 2011.

Desarrollo de una aplicación Web inteligente de apoyo a la toma de decisiones enológicas para el correcto término de la fermentación alcohólica



**Gobierno
de Chile**

PROGRAMA DE I+D APLICADA
L1: Perfil de I+D

Universidad Técnica Federico Santa María
Universidad de Valparaíso

PROBLEMA A RESOLVER



ENÓLOGO

Responsable Proceso vinificación

Acciones y decisiones para su óptimo término

- Conocimiento
- Experiencia
- Información proveniente de:
 - ❖ Manejo de campo que le permite conocer la nutrición de las vides y su manejo fitosanitario.
 - ❖ Análisis físico químicos y microbiológicos que se realizan en la bodega de vinos.

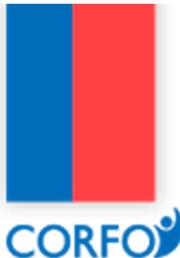
Estándares y a cierto tiempo.



Limitación en conocer el estado real de la fermentación.



PROBLEMA A RESOLVER

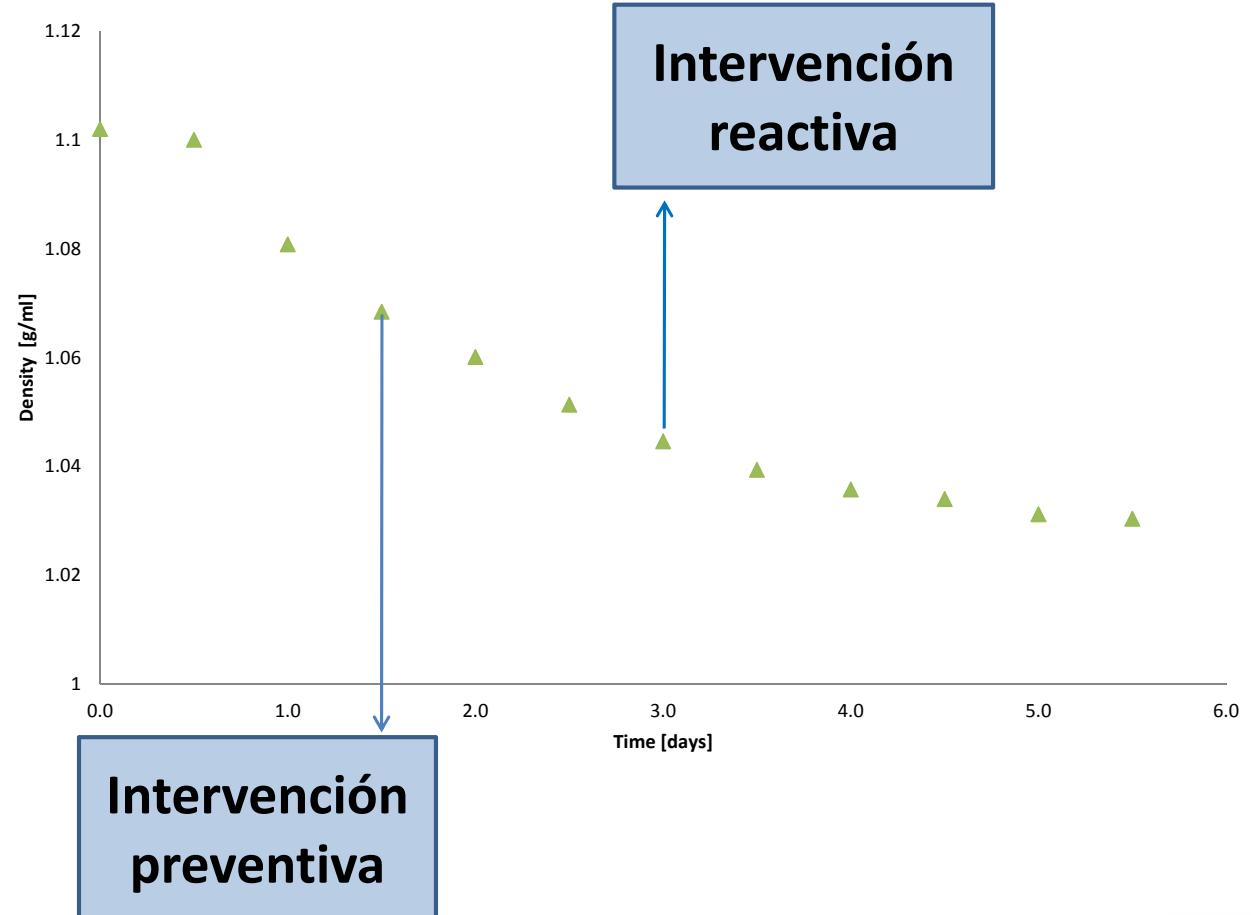


Existencia de fermentación alcohólica problemática:
Fermentaciones paralizadas, lentas, ralentizadas

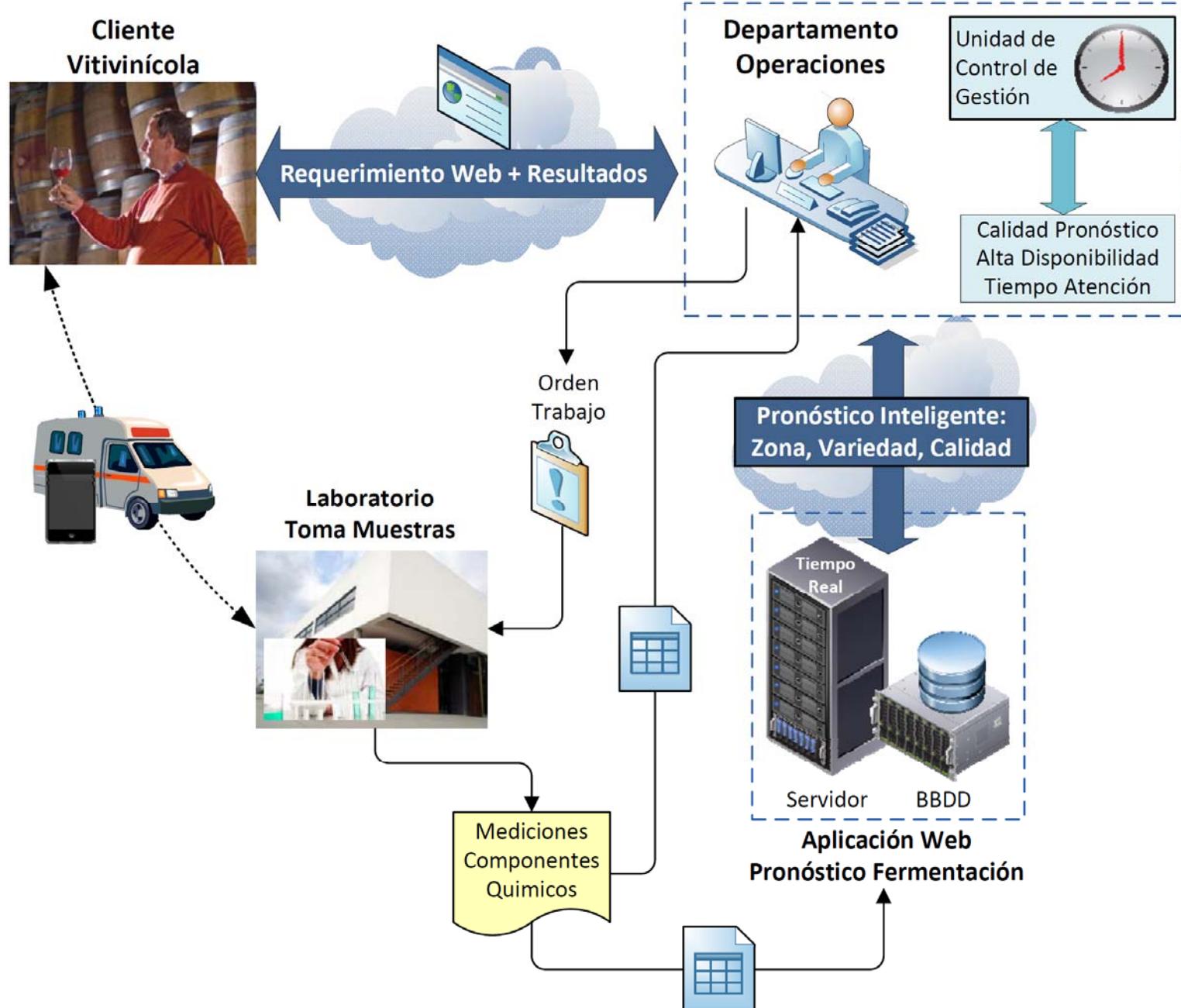
- Año 2002, 40% de fermentaciones paralizadas.
- Si un estanque estándar de fermentación utiliza 32.000 kg, solamente el costo de uva es del orden de US\$ 41.600 o considerando US\$1,3/kg uva.
- Aumento de costos desde el 1% hasta incluso el 40% de todos los costos provenientes de las etapas de fermentación en una bodega de vinos, y estos pueden variar de \$16 a \$118 por litro producido, según sea el tipo de vino (Asociación de Ingenieros Agrónomos Enólogos de Chile).
- C. Román, A. Urtubia, G. Hernández. 2011. Prediction of problematic wine fermentations using Artificial Neural Networks. *Biosystem and Bioprocess Engineering*, vol. 34(9), 1057-1065.

Aplicación web que permita pronosticar la calidad de una fermentación aplicando un método inteligente

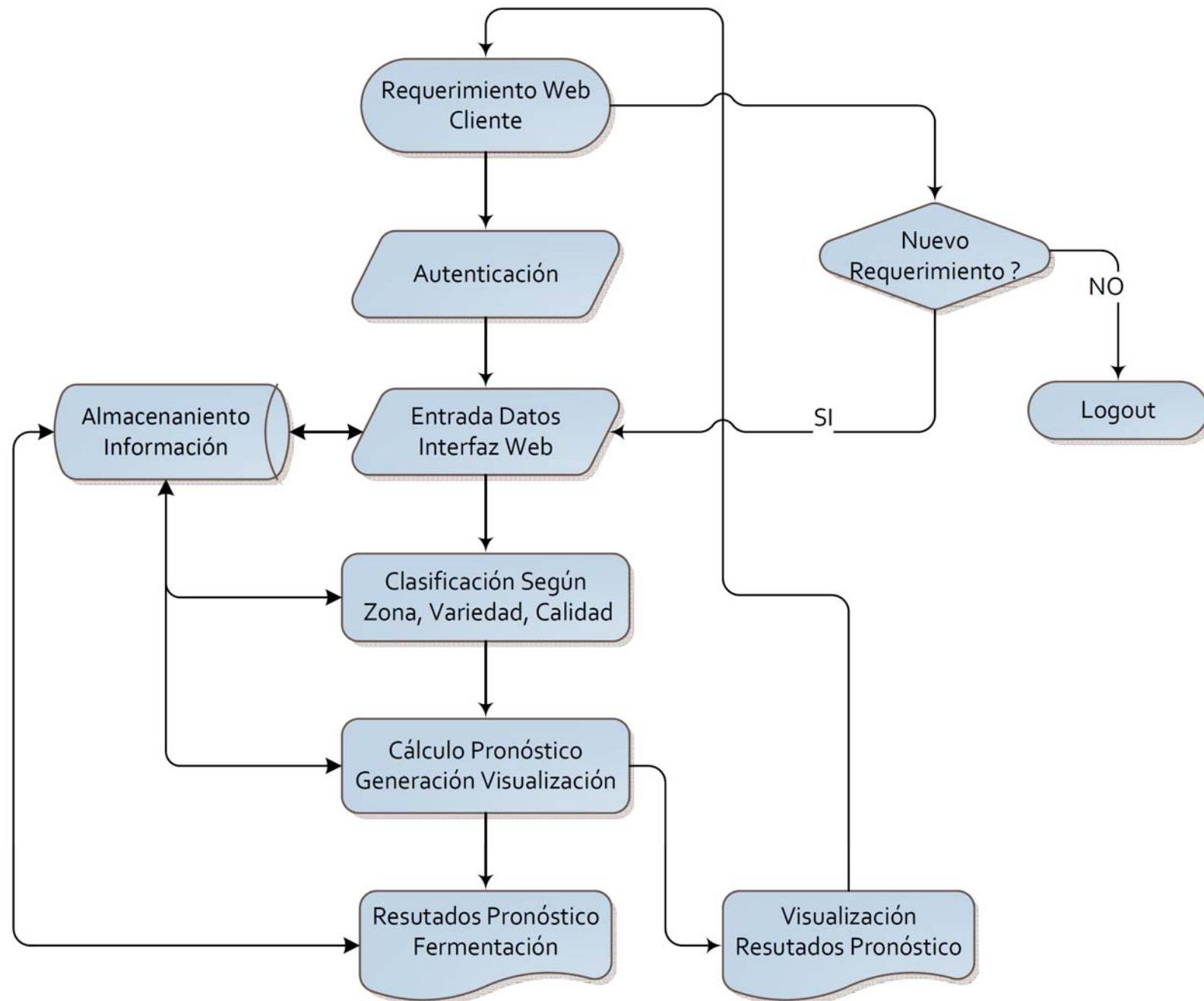
- Software
- Web inteligente
- Protección intelectual



SOLUCIÓN TÉCNICA



SOLUCIÓN TÉCNICA



SOLUCIÓN TÉCNICA

■ Modulo Input de Datos



Toma de Decisión Enológica

Ingresar datos
Fermentación AABB23

[Actualizar BD](#)

[Ingresar Datos](#)

[Obtener reporte](#)

[Cargar archivo](#)

Azúcares (g/L)

Glucosa

Fructosa

Total azúcares

Ingreso de datos para los azúcares

SOLUCIÓN TÉCNICA

- Modulo Motor de Cálculo módulo Output de Resultados y Generación de Información



Toma de Decisión Enológica Resultados

ActualizarBD

Ingresar Datos

Obtener reporte

Fermentación	Probabilidad (%)
AABB23	67
AABC34	32
ABCD45	89
ACCD32	56

Visualización de probabilidades para ciertas fermentaciones

INNOVACIÓN



- Esta arquitectura es altamente funcional e innovativa y presenta las siguientes ventajas:

Ubicuidad: Es posible utilizarla desde cualquier parte del mundo en cualquier momento si se cumplen los protocolos de seguridad y autenticación.

Es posible modificar cada módulo en forma independiente si se mantienen los protocolos de comunicación entre ellos.

El módulo de Input de Datos considerará una forma simplificada de ingresar la información de datos y parámetros vía una interfaz web.

El módulo de Pronóstico de Calidad de Fermentación puede implementar diferentes estrategias inteligentes.

El módulo de Visualización de Resultados entregará el pronóstico y los demás resultados calculados vía una interfaz web.

MERCADO E IMPACTO

Enólogos de las bodegas de todo el país, por lo tanto toda bodega de los valles vitivinícolas del país podrían acceder a ellas.

