



GOBIERNO DE  
**CHILE**

SERVICIO NACIONAL  
DE GEOLOGIA Y MINERIA

## **EFFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISMO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010: REMOCIONES EN MASA EN EL ÁREA URBANA DE LA CIUDAD DE CAÑETE (INF-BIOBÍO- 18)**

**Fecha de observaciones:** 11 de marzo de 2010

**Informe solicitado por** : Jorge Radonich Barra, Alcalde de la I. Municipalidad de Cañete y el Sr. Juan Andrade Lagos, Director de Obras

**Asistencia realizada por:** Daniel Páez, Hugo Moreno, Paul Duhart, Carolina Jara y Alejandro Ramos

### **ANTECEDENTES**

La ciudad de Cañete está localizada sobre una meseta cuyo sustrato correspondería, en parte, a areniscas eventualmente subhorizontales del Plioceno, moderadamente consolidadas, con un gran desarrollo de suelo arcilloso de color ladrillo. La cobertura de suelo corresponde a arcillas plásticas disgregadas, de mala calidad geotécnica. Las laderas de la meseta presentan, en general, pendientes elevadas de hasta 50°, en consecuencia, los bordes de ella son escarpados.

La asistencia geológica solicitada consistió en una evaluación en terreno de zonas de grietas en los bordes de la meseta, las cuales habían provocado remociones en masa y destrucción o daños a numerosas viviendas.

### **OBSERVACIONES**

Todos los juegos de grietas observados se desarrollaron durante el sismo principal ocurrido el 27.02.10 y se ubicaban en los bordes de la meseta, es decir, en sus márgenes escarpados. La mayoría de ellas formaban un conjunto de fisuras curvas o rectilíneas, paralelas al borde de las laderas de fuerte pendiente, cuyo número alcanzaba hasta 5 y con aperturas de hasta 25 cm. Las grietas afectaban tanto al suelo natural arcilloso, como al relleno artificial del mismo material removido para instalar viviendas.

### ***Población Gajardo Sur Interior***

Según información recopilada de prensa, esta población nació el año 1998 como un campamento transitorio o tomas de terreno. Durante los últimos años, la población ha

sido implementada con servicios básicos e infraestructura diversa, dentro de un programa de mejoramiento de barrios del Ministerio de Vivienda y Urbanismo mediante el SERVIU, así como regularizaciones de títulos de propiedad y construcción de nuevas viviendas. En el Plan Regulador de la ciudad de Cañete, aprobado el año 2008, señala a esta área dentro de la zona ZA-3, de carácter habitacional mixta.

Las observaciones se concentraron a lo largo de todo el margen oriental de la población, incluyendo las Calles Baldomero Lillo, Las Araucarias, Colo Colo y Costanera, además de sus alrededores inmediatos.

Las calles mencionadas, están construidas sobre una topografía de pendientes moderadas que conforman una ladera expuesta hacia el noreste de la meseta sobre la cual se encuentra la ciudad de Cañete. En todas estas calles y en varios pasajes interiores, las pendientes naturales fueron modificadas con un sistema de terrazas escalonadas, efectuadas con cortes y rellenos en suelos arcillosos, más muros de concreto verticales y, localmente, recubrimientos de cemento ("shotcrete"), como medidas de contención de laderas.

En la Calle Baldomero Lillo se observaron grietas entre la solera y el pavimento, con una abertura de 3 a 4 cm, de orientación noroeste, además de grietas en el suelo siguiendo de manera casi paralela el escarpe situado inmediatamente hacia el norte. El agrietamiento, era más evidente hacia el oeste de la vivienda consignada con el No. 153. Este juego de grietas afectó fuertemente el área de relleno sobre la cual se encontraba una vivienda, con evidente peligro de colapso hacia el norte.

En las calles Las Araucarias, Colo Colo y Costanera, así como en sus pasajes interiores, se constató gran cantidad de eventos de deformación por movimientos en masa de la cubierta de suelo natural del terreno, así como del relleno (de igual origen) utilizado para la confección de terraplenes. La deformación observada consistía en:

**Asentamientos**, que corresponden a deformaciones de hundimientos diferenciales del terreno edificado, es una deformación de carácter menor, que se constató en muchas casas, ubicadas en topografías bajas. Ej. extremo sur de la Calle Colo Colo, lado oeste.

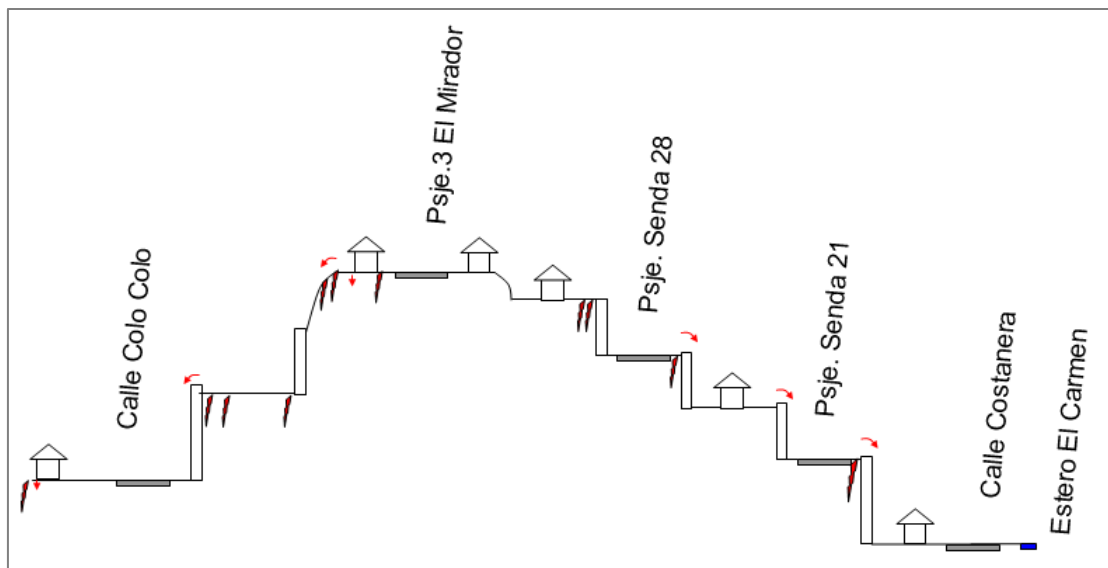
**Deslizamientos Compuestos**, los que consisten en un conjunto de movimientos con desplazamiento horizontal y vertical que afectaban a la mayoría de las estructuras de terrazas sobre las que se encuentra la población. En superficie se reconocen por grietas de disposición paralela a la ladera o a las estructuras de contención. Otras por grietas en arco con descensos escalonados hacia la pendiente. En el frente de estos deslizamientos, los muros de contención evidenciaban basculamientos que alcanzan hasta los 40° de inclinación. Entre las calles Colo Colo y el Pasaje 3 El Mirador, el juego de grietas que afectaba a la terraza deshabitada, así como a la terraza superior habitada (Pasaje 3 El Mirador; Fig. 1), atravesaba todo el largo de la estructura, con espaciamientos de abertura de 3 a 6 cm, desplazamientos horizontales estimados en 20 a 40 cm y desplazamientos verticales de hasta 7,5 cm. En consecuencia, se consideró que el sistema de terrazas ha quedado muy debilitado e inestable, y se pueden esperar desplazamientos progresivos en el tiempo. En el Pasaje Senda 3, una remoción menor ocasionó el basculamiento y destrucción de parte de la vivienda #449, quedando el resto de la vivienda a pocos metros del frente fallado.



En los Pasajes Senda 28 y Senda 21, eran constantes los deslizamientos y basculamientos de muros de contención. El caso de mayor magnitud y que constituye el mayor peligro, corresponde al deslizamiento progresivo que afectaba a la ladera y estructuras de concreto situadas en el Pasaje Senda 21. El deslizamiento, provocó descensos verticales del orden de 70 cm y el basculamiento de un muro de contención de 7 m de alto, hasta con  $9,5^\circ$  de inclinación. Según vecinos, la deformación avanzaba con los días. El área de peligro se extendía hacia el pasaje Costanera, en la que varias viviendas se encontraban bajo las laderas y estructuras inestables (casas #378 y #385). Entre las Calles Las Araucarias y Colo Colo (Fig. 2), las deformaciones son similares.

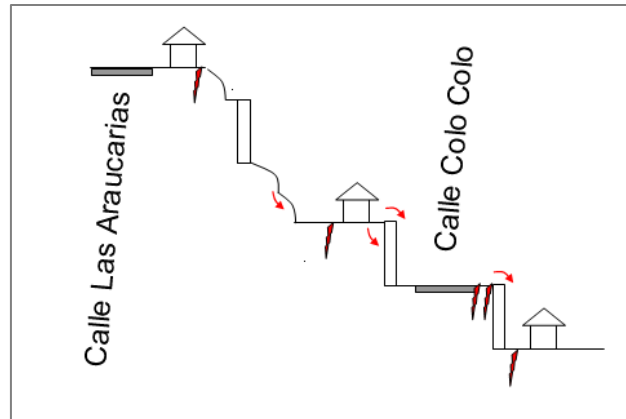
En el sector más afectado, se constató el deslizamiento en toda la ladera, afectando a casas y estructuras desde el costado noreste de Las Araucarias hasta el sector más bajo, ubicado al mismo lado de calle Colo Colo. Aquí existían varios deslizamientos con desprendimientos de suelo en las laderas desprotegidas y aquellos ya mencionados de grietas con descensos escalonados y basculamiento hacia el frente de las terrazas. Ejemplo de esto eran los muros inclinados en ambos lados de calle Colo Colo con  $12^\circ$  y  $40^\circ$  de inclinación.

La peligrosidad que afectaba a todo este sector se puede resumir en:

- Peligros de remociones en masa con velocidades rápidas, con posibilidad de ocurrencia en todas las laderas inestables afectadas por juegos de grietas con desplazamientos.
- Peligro de remociones en masa lentas o deformación progresiva, en toda la zona con deformación.
- Caída y colapso de infraestructura debilitada, entre estas estaban los muros de contención de concreto y otras edificaciones como casetas sanitarias con serio daño estructural.



**Fig. 1: Esquema de la deformación en Las Villas Renacer y San Andrés, entre Las Calles Colo Colo y Costanera, Población Gajardo Sur. Simbología: grietas  ; basculamientos **



**Fig. 2: Esquema general de la deformación entre calles Las Araucarias y Calle Colo Colo, Población Gajardo Sur.**

En cuanto a la zonificación de Plan Regulador vigente, llama profundamente la atención el quiebre que se produce entre las zonas ZR-1 y ZA-3, en el extremo norte de la Población (calle Río Paicaví). La primera, constituye una zona de restricción por estar afecta a riesgo de deslizamientos, señalándose como zonas 'no edificables' (Artículo 26, RCA, Plano Regulador Comunal de Cañete). La segunda, ocupada por la Población, corresponde a una zona Residencial Mixta. Es evidente que las condiciones de pendiente y calidad geomecánica de los suelos, no varían acorde a dicho límite.

### **Sector de calles Videla con Séptimo de Línea hasta Covadonga**

Se efectuó un recorrido por la calle Séptimo de Línea entre las calles Camino Llenquehue y Covadonga. En ese sector las edificaciones principalmente de madera, estaban fundadas sobre areniscas eventualmente subhorizontales del Plioceno, moderadamente consolidadas, con un gran desarrollo de suelo arcilloso de color ladrillo. La cobertura de suelo correspondía a arcillas plásticas disgregadas.

Se constató la presencia de numerosas grietas cuya distribución permitió visualizar la formación de la corona de un deslizamiento rotacional (Fig. 8). Si esta remoción continuara desarrollándose, afectaría la mayoría de las casas ubicadas entre las cuadras anteriormente descritas. De acuerdo a lo observado, el sector corresponde a la parte superior de una antigua quebrada con una vertiente en dirección al noroeste.

Ubicación del sector : Calle Séptimo de Línea entre las calles Camino Llenquehue y Covadonga

Coordenadas : E 640.942 / N 5.815.151

Séptimo de Línea : Grieta pasaba bajo una casa y desplazó pilar de cemento que la sustentaba.

Séptimo de Línea #471 : Grieta atravesaba cocina N140°E (Fig. 9)

Séptimo de Línea #503 : Grieta en patio trasero N170°E de 6 m de largo desarrollada en relleno.

Covadonga #02 : Grieta en patio N150°E del Colegio de Profesores de Chile, en el borde de una escarpe con fuerte pendiente de 50°.

### **Sector Pasaje Jorge Alessandri**

Se visitó el barrio del sector del Pasaje Jorge Alessandri y se constató la presencia de 5 grietas de hasta 23 cm de abertura, 19 m de largo y dirección N30°E, las cuales deformaron el Pasaje Jorge Alessandri con remoción compuesta rotacional y traslacional ubicada en el borde del escarpe de la meseta, lo cual provocó la destrucción de, a lo menos, 4 viviendas (Fig. 10).

Ubicación : a lo largo de Pasaje Jorge Alessandri  
 Coordenadas : E 640.725 / N 5.815.019

### **Calle Inés de Suárez**

En la casa consignada con el N° #8 y vereda del frente se produjo una grieta N 10° E en el borde del escarpe, con un desplazamiento de 10 cm en dirección hacia la fuerte pendiente al E de hasta 40°. La vivienda consignada con el #275 se encontraba más abajo en la ladera, con alto peligro de ser afectada si la deformación continuara.

También se observó un juego de grietas en la misma calle algo más al N, paralelas a la pendiente, de dirección N 25° E y de hasta 30 m de longitud.

También se observó que las viviendas consignadas con los números #201 y #257 estaban afectadas por una grieta de dirección N 10° E y habían sido desplazadas en dirección a la pendiente oriental.

Entre las casas #257 y #8 una casa quedó completamente destruida, puesto que había sido construida en el borde del escarpe y sobre un relleno artificial de arcillas, el cual no fue capaz de sustentarla (Fig. 11).

Por otra parte, un muro de contención en la curva de la calle, a 30 m más al norte se estaba también afectado por grietas N 5°E y con peligro de desplome hacia el oriente.

Ubicación : Calle Inés de Suarez y curva descendente  
 Coordenadas : E 641.600 / N 5.814.455

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Gran parte de las edificaciones destruidas o seriamente dañadas se encuentran en laderas inestables y de fuerte pendiente, con desarrollo artificial de terrazas escalonadas. Así, las grietas asociadas con el sismo del 27.02.10 produjeron desplazamientos verticales y horizontales, tanto en las viviendas como en los muros de contención que no soportaron las remociones. Además, generaron fisuras en el pavimento con alzamientos y hundimientos, inclinación de postes de alumbrado público y rotura de cañerías.

- Erradicación de las viviendas afectadas por la mayor deformación, y que son evidenciados por la presencia de grietas con desplazamiento horizontal y/o vertical, particularmente, las descritas en la Población Gajardo Sur, tanto las directamente dañadas e inestables, como aquellas amenazadas por colapsos de muros o deslizamientos. Además, la casa del Colegio de Profesores al final de calle Covadonga #02, las descritas en el Pasaje Alessandri y las mencionadas en la calle Inés de Suárez.

- Para aquellas viviendas con daños menores se recomienda una evaluación de ingenieros y mecánicos de suelos.
- Una de las principales condicionantes para la ocurrencia de las deformaciones producidas por el sismo, fue la mala calidad de los suelos de fundación, tanto el suelo natural arcilloso y, peor aún, el relleno utilizando con el mismo material. En consecuencia, se recomienda una profunda evaluación de sus características geomecánicas y la restricción para continuar con edificaciones de cualquier tipo en las áreas señaladas. Queda en evidencia que la estructura de contención de laderas construida, fue insuficiente para evitar las remociones en masa.



**Figs. 3 y 4. Grietas con desplazamiento horizontal y vertical en la terraza edificada, entre las Calles Colo Colo y Pasaje 3 El Mirador de la Población Gajardo Sur.**



**Fig. 5. Deslizamiento al lado oeste de Pasaje Senda 21. La deformación es intensa, provocando un desplazamiento vertical del orden de 70 cm, y basculamientos del muro de contención en la Población Gajardo Sur.**



**Figs. 6 y 7. Deformación de tipo deslizamiento compuesto a lo largo de la ladera ocupada por las calles Las Araucarias y Colo Colo en la Población Gajardo Sur.**



**Fig. 8. Corona del deslizamiento rotacional en la calle Séptimo de Línea con Videla**



**Fig. 9. Calle Séptimo de Línea casa #471 donde una grieta N140°E atravesaba el piso de la cocina**



**Fig. 10 Pasaje Jorge Alessandri con remoción compuesta rotacional y traslacional ubicada en el borde del escarpe de la meseta, lo cual provocó la destrucción de viviendas.**





**Fig. 11. Vivienda completamente destruida en la calle Inés de Suárez entre las casas #257 y #8, puesto que había sido construida en el borde del escarpe y sobre un relleno artificial de arcillas, el cual no fue capaz de sustentarla.**