

MINUTA TÉCNICA EXPLICATIVA

CRITERIOS DE PLANIFICACIÓN EN AREAS DE RIESGOS

PRC LO BARNECHEA

Santiago, 25 de noviembre de 2021

En el marco del proceso de aprobación y consulta pública de la imagen objetivo de conformidad con lo establecido en el artículo 28 octies de la LGUC, y en respuesta a las numerosas observaciones recibidas relativas a la definición de área verdes nuevas AVN en la propuesta alternativa de imagen objetivo-sugerida, se describe de manera resumida los criterios generales que fundamentan las decisiones de planificación adoptadas en base a los antecedentes del estudio de riesgo del plan regulador comunal.

Antecedentes del estudio de Riesgo

Metodológicamente las áreas identificadas en el estudio fundado de riesgo, que expresan **la exposición a niveles altos y muy altos de susceptibilidad de riesgo**, se entienden superpuestas a la zonificación del plan, determinando los criterios de planificación que se expresan en la zonificación y normativa, estableciendo de esta forma las prescripciones que procede cumplir una vez que se cumple con los requisitos o exigencias de mitigación.

La categorización de susceptibilidad se relaciona con la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno dado en un área determinada. Corresponde a una categorización cualitativa, de carácter relativo, y no cuantitativa y estipula niveles que indican de manera relativa la frecuencia con que ocurre un cierto fenómeno.

En este sentido, las zonas de 'muy alta' susceptibilidad son aquellas que muy probablemente serán afectadas en caso de ocurrir cualquier evento del peligro analizado, las zonas de 'alta' susceptibilidad serán aquellas afectadas por eventos extremos (en muchos casos son los más grandes de los que se tengan registros históricos) y las de 'moderada' susceptibilidad se asocian a eventos excepcionales, de los que muchas veces no existen registros históricos, pero si otro tipo de evidencias, como evidencias geológicas o morfológicas

Entre los peligros analizados en el marco de la imagen objetivo del estudio de actualización del Plan Regulador de Lo Barnechea, se encuentran las remociones en masa entre las que destacan dos tipos los flujos de barro y detritos y los **procesos de laderas**.

Los procesos de laderas se subdividen en dos categorías que afectarían al área de estudio: caída de rocas y deslizamientos. La caída de rocas corresponde a bloques de rocas o suelo que se desprenden a partir de laderas de altas pendientes, como cornisas o acantilados rocosos, para luego desplazarse en caída libre, al menos en parte de su trayectoria (Hauser, 2000). Los deslizamientos corresponden a masas de suelo o roca que se deslizan principalmente a lo largo de superficies de ruptura, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en su conjunto (Hauser, 2000).

Existen estudios que han asignado una ponderación a los diferentes factores condicionantes que controlan la ocurrencia de remociones en masa. Por ejemplo, Lara (2007) define que, en el caso de las caídas de rocas y deslizamientos (en roca y suelo), la importancia de la pendiente de las laderas equivale a un 35% (20°) y que las características geológicas y geotécnicas corresponden a entre un 30 a 35%. El resto se asociaría a otros factores condicionantes, como clima, vegetación y factores antrópicos, y a la existencia de antecedentes relativos a remociones en masa ocurridas en la zona.

Por otra parte, Esaki et al. (2005), identifican rangos que se pueden asociar a diferentes niveles de probabilidad de ocurrencia de remociones en masa. En dicho estudio se diferencian rangos de 15 a 25°,

de 25 a 35° y de 35 a 45°. De esta forma, si bien es más probable que ocurran remociones en masa para pendientes mayores, no es posible descartarlas en el caso de pendientes menores. Estos rangos se han utilizado preliminarmente para definir los grados de susceptibilidad en este estudio.

Localmente, en la línea de base de geología se explica que la Formación Abanico presenta dos miembros. Uno superior, dominado por rocas piroclásticas y volcanoclásticas, y una inferior, compuesta por rocas andesíticas a basálticas, con algunas intercalaciones de rocas piroclásticas y sedimentarias continentales. A modo de referencia, la separación entre la unidad superior y la inferior se encuentra a una cota aproximada entre 1.100 y 1.200 m s. n. m. No se encontraron suficientes afloramientos en el área de estudio como para diferenciar ambas unidades en el mapa geológico.

Entre las rocas sedimentarias continentales de la unidad inferior, se encuentran limolitas, que favorecen la ocurrencia de deslizamientos. Por otra parte, los afloramientos de esta unidad que se revisaron en el área urbana de la comuna presentan abundantes diaclasas (fracturas) y meteorización.

Estas condiciones determinan que las rocas de la unidad inferior de la Formación Abanico puedan presentar condiciones favorables para que ocurran deslizamientos profundos y de un tamaño suficiente como para que no se puedan mitigar.

Dadas las condiciones descritas, se ha considerado que, en el caso del miembro inferior de la Formación Abanico, que es el que se encuentra en gran parte del área urbana de Lo Barnechea, se debe asumir un criterio más restrictivo. Debido a la escala de este estudio, no es posible asignar grados de susceptibilidad variables dentro del área estudiada, pese a que las características geológicas muestran que se debe usar un criterio diferente en el caso de la Formación Abanico.

En consecuencia, la susceptibilidad asignada preliminarmente, en función de la pendiente, se ha aumentado un grado en aquellas zonas donde se encuentra la Formación Abanico. De esta forma los niveles de susceptibilidad asociados a los procesos de laderas reportados en el estudio de riesgos del Plan Regulador de Lo Barnechea se pueden observar en el cuadro siguiente:

Cuadro 1: Descripción de los niveles de susceptibilidad de procesos de laderas

PELIGRO GEOLÓGICO ESTUDIADO EN ESTE TRABAJO	SUSCEPTIBILIDAD	DESCRIPCIÓN
Procesos de ladera	MUY ALTA	Zonas con laderas naturales o taludes con pendientes por encima de 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 25° y 35°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.
	ALTA	Zonas con laderas naturales o taludes cuyas pendientes en el intervalo entre 25° y 35°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes entre 15°-25°, que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.
	MODERADA	Zonas con laderas naturales o taludes con pendientes en el intervalo entre 15° y 25°. También incluye las laderas naturales o taludes con pendientes inferiores a 15° que se desarrollen sobre la Formación Abanico o los depósitos de megadeslizamientos.

Fuente: Estudio Fundado de Riesgos Plan Regulador de Lo Barnechea.

Es importante hacer hincapié que, de acuerdo con lo informado en el plano de caracterización geológica del territorio urbano de Lo Barnechea, prácticamente la totalidad del territorio de mayor exposición se

encuentra representado en la Formación Abanico OIMa, lo que determinó la zonificación de susceptibilidad alta y muy alta, considerada como factor para la definición de criterios de planificación.

Consideraciones básicas.

Las definiciones básicas expresadas en el resumen ejecutivo de la imagen objetivo reconocen tres condiciones:

1. **Restricción al desarrollo:** Corresponde a aquellas áreas en que se restringe o limita la urbanización y/o construcción en el territorio. Las disposiciones normativas del PRC una vez que se cumplan los requisitos establecidos en el artículo 2.1.17, promueven la conservación del carácter predominantemente rústico de los suelos, mediante la habilitación de zonas de área verdes o zonas especiales que permitan albergar usos complementarios al área verde, en cuyo caso deberán ejecutarse las obras de mitigación según corresponda al tipo de riesgo.
2. **Desarrollo controlado:** Corresponde a acciones destinadas a controlar el desarrollo urbano, mediante la disminución o control de la intensidad de uso y construcción del territorio, sin perjuicio de las acciones complementarias de mitigación que deban desarrollar los particulares en cumplimiento con lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC.
3. **Habilitación condicionada:** Se orienta a los sectores expuestos a algún tipo de peligro, en los cuales se permiten habilitación condicionada a la ejecución de obras de mitigación, por parte de los particulares urbanizadores, en cumplimiento con lo establecido en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

Considerando las directrices señaladas, la propuesta sugerida de imagen objetivo, se considera para el territorio de planificación expuesto a susceptibilidad de peligros, dos situaciones de ocupación:

- 1) **Áreas consolidadas:**
Que corresponde a sectores localizados al interior del área urbana, que cuentan con construcciones y/o urbanizaciones habilitadas dentro de los parámetros establecidos de tamaño predial mínimo que se aplica para los planos reguladores, según lo señalado en el artículo 2.1.20 de la Ordenanza General de urbanismo y construcciones, loteos o subdivisiones con tamaño prediales mínimos de 2500 m² aproximadamente y/o entre 2500 y 5000m² aproximadamente como parámetro general de subdivisión de predios que se encuentran edificados. Se incluyen en esta categoría todos los condominios tipo A y B, independiente del tamaño predial, que cuenten con las obras de urbanización ejecutadas y recibidas.
- 2) **Áreas no consolidadas:**
Corresponde a la porción del territorio desprovista de edificaciones cualquiera sea su caso y/o que no presente urbanizaciones debidamente recepcionadas. En esta categoría es posible observar terrenos eriazos o con predominancia del carácter rústico de los suelos.
Los anteproyectos y los permisos de edificación y/o urbanización aprobados por la Dirección de Obras, por su carácter transitorio no se consideran como área urbana consolidada.

Criterios de planificación con relación a niveles de susceptibilidad y pendientes.

A partir de estas definiciones básicas desarrolladas, se establecieron los criterios generales de ocupación, que se relacionan con las condiciones de susceptibilidad de riesgos asociados a procesos de laderas, las pendientes observadas y el estado de ocupación, tanto para las áreas consolidadas como para las áreas no consolidadas, identificadas en el territorio, a partir de la cartografía del plan.

ALTERNATIVA SUGERIDA

Pendientes	Estado de Ocupación		Susceptibilidad
	Consolidado	No consolidado	
<26,7% <15°	Urbanizable	Urbanizable	Moderada
26,7% - 36,4% 15° - 20°	Habilitación condicionada	Habilitación condicionada	Alta (formación abanico)
36,4% - 46,6% 20° - 25°	Habilitación condicionada	Habilitación condicionada	Alta (formación abanico)
46,6% - 57,7% 25° - 30°	Desarrollo Controlado	Restricción al desarrollo.	Muy Alta (formación abanico)
57,7% - 70,1% 30° - 35°	Desarrollo Controlado	Restricción al desarrollo.	Muy Alta (formación abanico)
+ 70,1% + 35°	Restricción al desarrollo.	Restricción al desarrollo.	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se puede observar en cuadro anterior, las áreas no consolidadas expuestas a niveles de muy alta susceptibilidad con presencia de formación abanico (> 46,6%), se consideraron con habilitación restringida, es decir, se establece restricciones y/o limitaciones para determinado tipo de edificaciones, tal como se señala en el artículo 2.1.17 de la OGUC.

Por su parte en las áreas no consolidadas en que se detectan niveles de susceptibilidad alta (formación abanico) >26,7%° y < 46,6% presentan desarrollo controlado o habilitación condicionada al desarrollo de obras de mitigación, dependiendo de los niveles de pendientes observados.

En muchos sectores donde se ha descrito que se encuentra la Formación Abanico es posible identificar la presencia de materiales sedimentarios que la cubren en un espesor variable. Esta situación se ha reconocido a partir de pendientes aproximadas de 30° o menores. En estos casos, los depósitos sedimentarios que cubren la unidad inferior de la Formación Abanico con pendientes más bajas tienden a generar una sobrecarga sobre el material rocoso que ayuda a estabilizar la ladera, y que limitaría la ocurrencia de deslizamientos profundos en favor de deslizamientos más superficiales que pueden enfrentarse con medidas de ingeniería adecuadas (Lu & Godt, 2013; Selby, 1993).

En este contexto, sin afectar los niveles de susceptibilidad reconocidos en el estudio de riesgos, se propuso un segundo escenarios que quedó representado en la Alternativa 2 de la propuesta de imagen objetivo, donde el segmento que va desde 46,6% a 57,7% (25° a 30°) de pendiente, queda representado en área de desarrollo controlado, vale decir, sectores en los que se establece la regulación de la intensidad de uso y ocupación del suelo, supeditadas como en todos los casos a medidas de mitigación, tal como se puede observar en el cuadro siguiente.

Alternativa 2

Pendientes	Estado de Ocupación		Susceptibilidad
	Consolidado	No consolidado	
<26,7% <15°	Urbanizable	Urbanizable	Moderada
26,7% - 36,4% 15° - 20°	Habilitación condicionada	Habilitación condicionada	Alta (formación abanico)
36,4% - 46,6% 20° - 25°	Habilitación condicionada	Habilitación condicionada	Alta (formación abanico)
46,6% - 57,7% 25° - 30°	Desarrollo Controlado	Desarrollo Controlado	Muy Alta (formación abanico)
57,7% - 70,1% 30° - 35°	Desarrollo Controlado	Restricción al desarrollo.	Muy Alta (formación abanico)
+ 70,1% + 35°	Restricción al desarrollo.	Restricción al desarrollo.	Muy Alta

Fuente: Elaboración Propia

Xterrae

Habiterra

Bibliografía

Hauser, A. (2000). *Remociones en masa en Chile* (2da ed.). Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín N° 59, versión actualizada, 89 pág.

Esaki, T., Thapa, P., Mitani, Y., Ikemi, H., & eds. (2005). Landslide and debris flow characteristics and hazard mapping in mountain hillslope terrain using GIS, Central Nepal. In E. Eberhardt, O. Hungr, R. Fell, & E. Couture (Eds.), *Proceedings, International Conference on Landslide Risk Management* (pp. 657–669).

Lara, M. 2007. Metodología para la evaluación y zonificación de peligro de remociones en masa con aplicación en Quebrada San Ramón, Santiago Oriente, Región Metropolitana. Master Thesis (Unpublished), Universidad de Chile, Departamento de Geología: 212 p. Santiago.

Lu, N., & Godt, J. W. (2013). *Hillslope hydrology and stability*. Cambridge University Press.

Selby, M. J. (1993). *Hillslope materials and processes* (2nd ed.). Oxford University Press.

