

INDICE

1.- RIESGOS NATURALES	2
1.1. - Metodología	2
1.2.- Caracterización del área de estudio	4
1.2.1.-Clima	4
1.2.1.-Pendientes	8
1.2.2.- Litología	8
1.2.3.- Geomorfología	11
1.2.4.- Procesos actuales	14
1.2.5.- Vegetación.	15
1.2.6.- Resultados	17
a.- <i>Tipologías de riesgos geográficos físicos</i>	17
b.- <i>Delimitación de áreas de riesgo</i>	17
1.3.-Zonificación de Riesgo Natural	21
2.-RIESGOS NO NATURALES	24
2.1.- Tendidos de alta tensión.	24
a.- Localización:	24
b.- Normativa asociada a los tendidos	26
2.2 Riesgos asociados a canales.	27
a.- La Pólvora	27
b.- El Carmen	28
3.-RECOMENDACIONES	29
3.1.- Cordón del cerro San Cristóbal	29
AREAS HABITADAS	29
3.2.- Líneas de alta tensión.	31
3.3.- Canales	31
BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXO FOTOGRAFICO	33

1.- Riesgos Naturales

1.1. - Metodología

Los riesgos naturales de la comuna de Recoleta se asocian principalmente a la presencia del cordón del cerro San Cristóbal, el cual se presenta como macizo, con altas pendientes, no sólo en sectores altos del mismo, sino también en su conexión con el plano.

La metodología a utilizar contendrá al menos los siguientes pasos:

a.- Búsqueda de información relacionada tanto con las condiciones litológicas y geomorfológicas del cerro San Cristóbal, como al de los fenómenos posibles de detectar. Se pretende en esta etapa determinar además acontecimientos pasados de fenómenos de remoción en masa.

b.- Fotointerpretación del área de estudio, se pretende en esta etapa identificar posibles o potenciales fenómenos de remoción en masa, de manera de reconocer las áreas más sensibles, desde el punto de vista de la estabilidad de la ladera.

c.- Al menos una actividad de terreno que permita generar un control sobre lo fotointerpretado, permitiendo además definir con mayor exactitud zonas conflictivas desde el punto de vista del riesgo, asociado a movimientos de material.

d.- Delimitar las zonas de riesgo, para luego hacer una caracterización, en función a los siguientes esquemas básicos y cruces de información:

Uno de las principales combinaciones que pueden gatillar fenómenos de remoción en masa

Tabla nº1. Angulos de reposo, en grados, de varios tipos de materiales en pendiente.

(modificado de Marsh,1991, en MOPT,1993)

Arena bien drenada, sin cubierta vegetal	33°
Tierra franca bien drenada, sin cubierta vegetal	35°-45°
Arena o tierra franca, con cubierta forestal	35°-50°
Arcilla compactada bien drenada	45°-65°
Arcilla suelta saturada	15°-25°
Pedraplenes (cantos, guijarros, gleras)	35°-45°
Loess, bien drenados	50°-90°
Roca consolidada	65°-90°

Si consideramos los factores que intervienen dentro de la clasificación podemos definir que al menos existen tres capas informativas: Cubierta vegetacional, litología y

pendiente. El cruce de dichas capa permitirá determinar los sectores de la ladera con peligro de detonación de procesos de remoción en masa.

Sin embargo, este método se hace insuficiente, debido a que es necesario conocer otro tipo de factores a conocer: Buzamiento del plegamiento subyacente al cordón, identificación de antiguos procesos de remoción, procesos actuales de remoción. El primero y segundo de estos elementos se pretende dilucidar a través de la bibliografía investigada y el tercero a través de la fotografía aérea.

De esta manera, se pretende complementar la información inicial de los cruces de información, existiendo siempre la actividad de terreno que permita certificar las afirmaciones descritas.

El método específico de trabajar la información, está orientado a la utilización de sistemas de información geográficos, los cuales permiten, a través de distintas capas informativas, combinatorias espacializadas de las distintas variables a analizar.

Para utilizar dicho instrumento, es necesario, asumir una matriz de doble entrada de manera de evaluar objetivamente las distintas combinaciones de variables.

Una primera matriz está orientada a entregar una primera aproximación, en función a dos variables, cubierta vegetacional y litología. Luego, se generará un siguiente cruce entre el resultado de dicha matriz y la cobertura de pendientes.

Los datos de pendientes se trabajarán con el valor medio del rango, a su vez el resultado de los cruces matriciales, serán en función a una suma matricial simple, de manera de tener una variabilidad de en el índice final, de manera de tener la mayor precisión posible.

La actividad de terreno, como se dijo anteriormente, tiene como fin chequear los antecedentes recogido, pero además, pretende definir los límites del área de riesgo, fundamentalmente en el área del cordón del San Cristóbal.

Por último, se elaboraron perfiles que permitan caracterizar la ladera del cordón, en función a su geometría, lo cual se desarrollará a través del sistema de información geográfico. Los perfiles se catalogaron en cuatro categorías:

- Rectilíneas
- Cóncavas
- Convexas
- Mixtas

La función de caracterizar la geometría de la ladera está orientada a precisar los tipos de fenómenos de remoción que eventualmente pudiesen producirse en la ladera.

La clasificación de los riesgos, se hace compleja no sólo desde el punto de vista de su detección en el territorio, sino además por la diversidad de conceptos que es posible encontrar en la bibliografía fundamental y especializada. De esta manera el primer paso orientado a la detección de los riesgos asociados a las laderas del cerro, se desarrolla en función de una clasificación de los riesgos, es decir, de los procesos geomorfológicos que pudiesen afectar a la población o a la infraestructura. Se disgregó

el concepto de remoción en masa, conocido como el proceso de arrastre de importantes volúmenes de material, en diferentes fenómenos, a saber:

a.- Reptación : Movimiento lento e imperceptible, pero paulatino del suelo, en donde las partículas superficiales se mueven de manera rotacional, el agente principal es la gravedad y la muestra más evidente es el cambio de ángulo de la infraestructura y de los árboles.

b.- Solifluxión : Movimiento masivo de mediana escala, asemejable con una colada de barro pero de menor tamaño y de mejor selección granulométrica (compromete medidas menores a las arenas), las evidencias se denominan lupas y poseen como principales agentes de gatillamiento el agua y la gravedad, en donde las aguas saturan el suelo y lo hacen más pesado, comportándose generalmente como un ente plástico.

c.- Derrumbes: Denominados en este informe como caídas de material, refieren a aquellos fenómenos de remoción en donde solo se encuentran implicada la gravedad como agente principal y en donde la caída de restos de ladera implica un desprendimiento de la ladera de elementos del tamaño de los bloques, su principal causa en este caso, es la presencia de canchales y de fuertes escarpes a lo largo del cordón.

d.- Flujos de escombros: Corresponden a aquellos fenómenos de movimientos masivos de material en donde el agente principal es la gravedad, no descartando el agua, y que se caracterizan por formar conos y taludes de diversa granulometría.

1.2.- Caracterización del área de estudio

1.2.1.-Clima

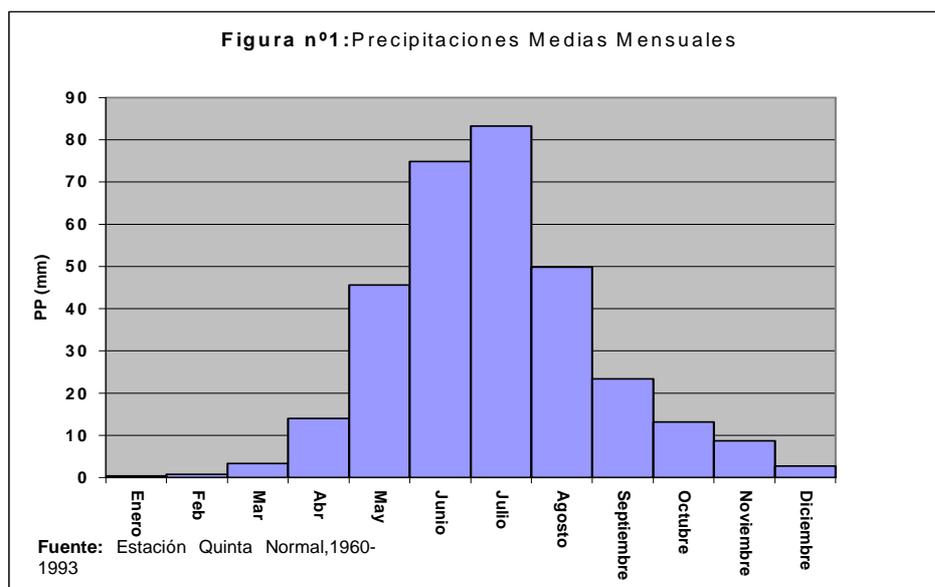
El clima que afecta el área de estudio corresponde a un tipo templado mediterráneo, caracterizado por una estación seca y calurosa cuya duración fluctúa entre 7 y 8 meses, y una estación lluviosa y fría que se extiende al menos por 4 meses. Las temperaturas bordean los 20° C en verano y los 10° C en Invierno.

Una de las características de este clima está condicionada por la presencia de una celda de alta presión localizada en el norte de nuestro país, internada hacia el océano Pacífico. Las fluctuaciones del denominado anticiclón del Pacífico, en términos de potencia, permiten o impiden la entrada de frentes provenientes del sudoeste, los cuales aportan con precipitaciones a la zona sur y centro del territorio nacional.

Para el caso de la Región Metropolitana, las precipitaciones son dependientes casi en su totalidad de la presencia de frentes, ocurriendo en escasas ocasiones precipitaciones de carácter convectivas. Este fenómeno regulariza y distribuye las precipitaciones solo en la época invernal, debido al debilitamiento del anticiclón del pacífico, el cual permite el paso de los frentes por el sur, dándole.

a.- Precipitaciones

La estación seca de verano posee variaciones importantes a través de los años, su extensión puede llegar incluso hasta los 8 meses en los años más secos (1968, 1988, 1973, 1967, 1975) y 4 meses en los años más húmedos. Sin embargo la tendencia general indica que la estación seca no se debería prolongar más allá de los 6 meses, como lo indica el histograma siguiente:



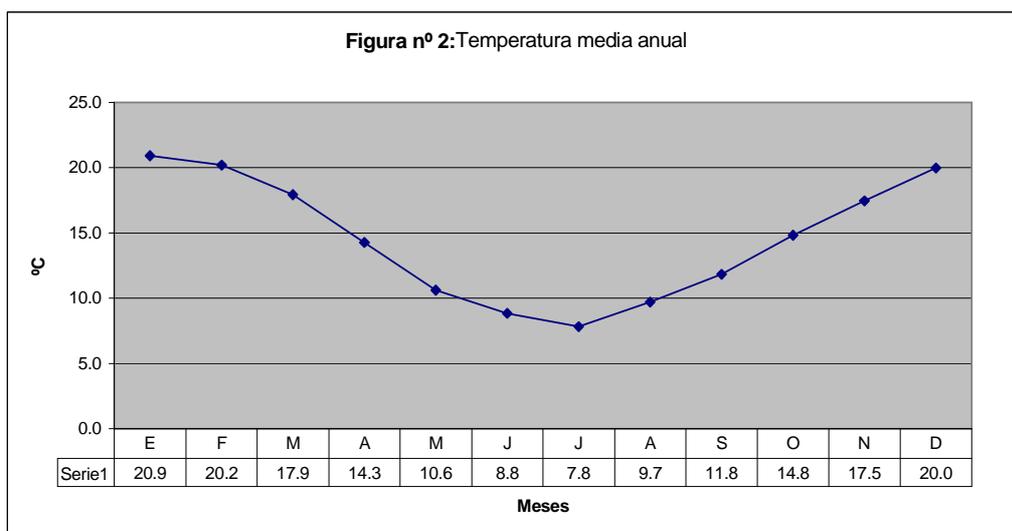
Por otro lado, el volumen de agua caída en el período invernal (Mayo - Septiembre) alcanza en promedio 276 mm, denotando una fuerte concentración de las precipitaciones en este período.

En relación con la intensidad de las precipitaciones, Navarro (1995), indica que la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de precipitación sobre 31 mm en 24 hrs son consideradas importantes, debido a que a partir de ese umbral el agua caída puede transformarse en agua de escurrimiento aumentando la capacidad de originar procesos erosivos, si consideramos que la probabilidad de ocurrencia de valores de tal magnitud es de un 74%, es posible afirmar que en general la precipitación es un agente efectivo de transporte de materiales.

b.- Temperaturas

Al igual que las precipitaciones, las temperaturas también sufren modificaciones importantes durante el año, definiéndose una oscilación térmica anual de 13.1°C, en donde las medias registradas para el invierno pueden bajar hasta 7.8°C en alcanzando los 20,9°C en verano.

Por último, es posible observar que el invierno térmico verdadero comienza aproximadamente en mayo y termina prácticamente en agosto.



Fuente Estación Quinta Normal, 1960-1993

c.- Sistema de Vientos

El patrón general de vientos de la Región Metropolitana al nivel superficial posee una componente principal sudoeste. Las variaciones estacionales se refieren principalmente a la velocidad del viento más que a su dirección. De esta manera los vientos poseen una mayor velocidad en verano que en invierno, debido a la mayor diferencia de temperaturas producto del mayor número de horas de insolación (Riesco, 1985), las que contribuyen a acentuar las disparidades de temperaturas entre el relieve de altura (cordillera de los Andes y de la Costa) y la cuenca de Santiago.

A su vez, las variaciones en la dirección del viento poseen una escala temporal menor, ya que existen cambios importantes en el aporte de vientos durante el día y la noche. La componente general sudoeste se conserva prácticamente a lo largo de todo el día, revirtiéndose en la noche (CONAMA, 1998).

De acuerdo con el estudio hecho por CONAMA RM en 1996 es posible definir ciertos patrones de comportamiento del viento en las diferentes estaciones del año. En

primavera *la comuna de Recoleta (en el promedio entre 04-06 hrs.) se encuentra expulsando vientos provenientes del sector norte de la región metropolitana, con velocidades no superiores a los 5 km./hora. Durante el día (es decir 4 horas después) la comuna se ve afectada por una inversión de la dirección del viento, transformándose en receptora de los vientos con predominancia surponiente, los cuales no alcanzan los 10 km./hr. Hacia la tarde el valor de estos vientos puede aumentar por sobre los 10 km./hr.

En verano (mes de diciembre), la dirección general de los vientos superficiales no posee grandes modificaciones, para la comuna de Recoleta los cambios están orientados más a la velocidad de los vientos los cuales pueden aumentar hasta los 15 km./hr, cabe destacar que el sentido de los vientos que pasan por la comuna acentúan el sentido sur, pasando de manera paralela al cordón San Cristóbal.

En la estación otoñal (mes de mayo), las diferencias madrugada, día y tarde de las velocidades desaparecen en casi toda la cuenca. Existe un aumento de los vientos durante la noche, para Recoleta los más relevantes tienen relación con aquellos que provienen desde el nororiente, los cuales durante el día se revierten con una connotación oriente más marcada, para luego desviarse completamente hacia el nororiente. Los vientos en general no superan el kilómetro por hora.

En invierno (mes de julio) las velocidades disminuyen dentro de la ciudad, aunque las componentes nororiente de la madrugada se mantiene. En el día los vientos se ven absolutamente inhibidos en prácticamente todas las estaciones.

* Viento promedio a 10 m sobre el nivel del suelo para el mes de Octubre en la Región Metropolitana (CONAMA,1996).

1.2.1.-Pendientes

Las pendientes en la ladera del cordón del San Cristóbal poseen diversas características, a lo largo del mismo. De esta manera los valores fluctúan entre 0 y 5 y superior a 35°. La distribución general está definida por una serie de formaciones en el piedmont, determinadas, además por los depósitos de carácter coluvial, que se desarrollan a lo largo de la ladera.

Sin embargo y a pesar de la gran variedad que pueden alcanzar los valores de pendientes, éstas se concentran principalmente entre los 8 y 25° que abarca un total de 79.9% de superficie del cordón, dentro de los cuales el rango de 15 a 20° supera al resto con un 29,7% (Ver tabla nº2)

Tabla nº2. Superficies por rangos de pendientes cordón San Cristóbal

Pendientes	Superficie (há)	Porcentaje
0-5	3.01	1.05
5-8	18.33	6.40
8-15	7.45	26.20
15-20	84.5	29.71
20-25	68.33	24.02
25-30	29.97	10.53
30-35	5.01	1.76
35 y más	0.82	0.30

Fuente: S.I.G. Mapinfo

Si observamos la carta de pendientes, podemos evidenciar la existencia de disminuciones de la misma en varios sectores cercanos al plano, como por ejemplo, en el sector norte, cercano al plano y en el sector más austral de la población Roosevelt, en donde se hace efectiva la presencia de depósitos coluviales, de baja pendiente.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, el contacto entre la ladera del cerro y el plano suele ser de manera violenta, es decir con un cambio radical en la pendiente.

Las mayores pendientes en general se localizan en las áreas aledañas a las canteras, las cuales poseen fuertes cortes, propio de la actividad de extracción de materiales, en algunos casos, como en el sector norte, presentan cono de derrubios de similares inclinaciones.

1.2.2.- Litología

En términos de la litología, esta unidad está compuesta fundamentalmente de tres formaciones, una con composición andesítica de edad miocénica, una formación similar a la formación abanico compuesta de lavas y tobas y una considerable superficie de relleno cuaternario de depósito coluvial y de relleno artificial.

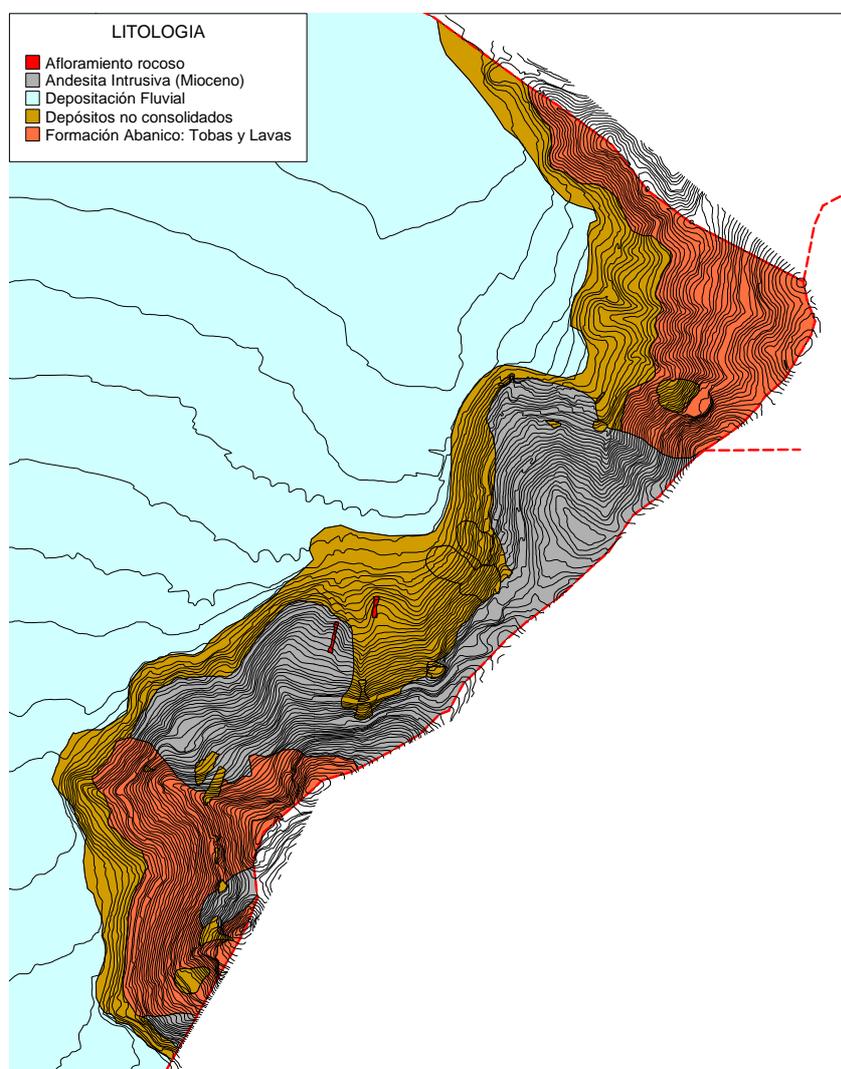
La formación andesítica intrusiva presenta condiciones de estabilidad y de resistencia mayores que el resto de las formaciones, esto aumenta la pendiente y estructura cumbres en aristas en diversas crestas en diversas direcciones.

En términos más específicos, la roca andesítica, se presenta en algunos sectores, con un alto grado de meteorización, manifestado en fenómenos de exfoliación y de desagregación del material, conformando los taludes de escombros y de deposición coluvial que se localizan subyacente a esta formación, generando suelos de tipo franco arenosos. (Fotografías 1 y 2).

Las formaciones volcánicas poseen una diversidad de materiales que no permiten asociarla con formas del relieve específicas, sin embargo, la formación también presenta en muchos casos una alta resistencia a la erosión, esto da el aspecto de macizo al cordón, lo cual no significa que en algunas partes (sobretudo en las con

Figura 3: Carta litológica

Fuente: Navarro 1995.



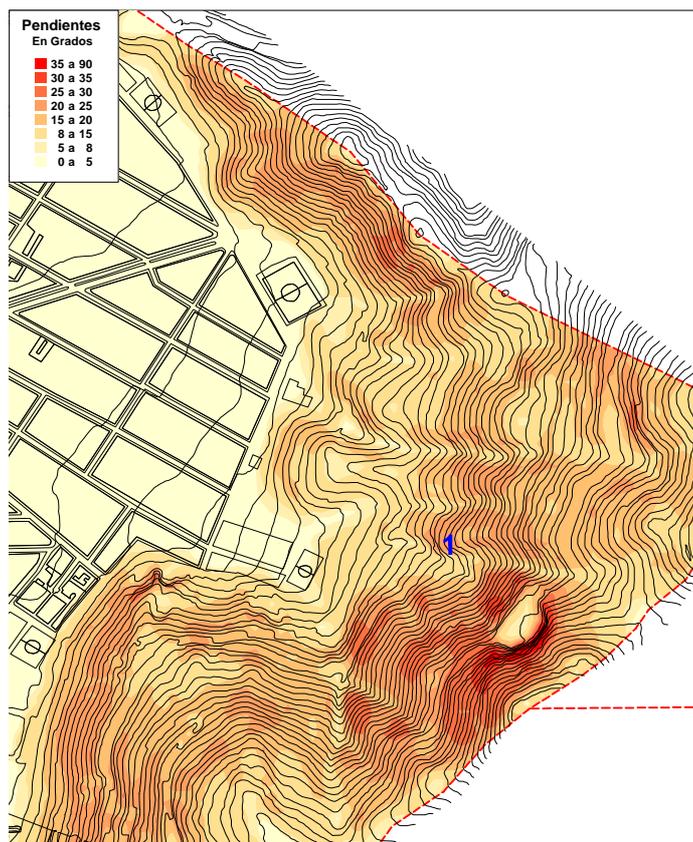
mayor influencia antrópica) el material se encuentre meteorizado y desmembrado, convirtiéndose en un aportante a los taludes subyacentes. Existen sectores en donde el predominio de cenizas es mucho más fuerte que el de conglomerados o el de lapillis, por lo tanto la textura y granulometría de los depósitos pueden variar de una zona a otra. Sin embargo, cabe destacar que la generalidad de éstos, radica en el nivel de cohesión de los materiales a lo largo de la ladera del cordón.

De acuerdo con lo señalado por Varela (1993), las zonas de rellenos y depósitos cuaternarios se encuentran constituidos por al menos seis tipos de materiales: Depósitos de ceniza volcánica, depósitos de remoción en masa, depósitos coluviales de escombros de falda, depósitos coluviales de conos de deyección, rellenos artificiales de terraplenes, caminos y canales y rellenos artificiales de canteras, sus características generales corresponden a una formación de baja cohesión, su localización es en general en los faldeos del cordón, aunque existen algunos rellenos superiores de menor tamaño, aunque no menos riesgoso, como la presencia de las canteras en el extremo sur del cordón.

Las características de estas subunidades estructuran un cordón con variaciones importantes de pendientes, surgiendo incluso pequeñas rinconadas. Destaca entre las más importantes la localizada en sector del parque Mahuidahue en el sector nororiente de la comuna (calles Colombia / La Montaña), en donde la presencia de depósitos

Figura 4: Zona norte del cordón dentro de la comuna de Recoleta, destaca en este sector la presencia de una rinconada de pequeña escala, caracterizada por la presencia de una antigua cantera en la parte sur oriente de la imagen con dos caídas de pendientes, separadas por un plano de algunos metros de ancho. Bajo éste se observa un glacis coluvial, que disminuye las variaciones de pendientes entre el plano y el cordón empero solo en ese lugar (1).

Fuente: Base digital SAF. Plano de pendientes elaboración propia.



coluviales es considerable, generando planos inclinados de pendiente media (10-15°). Por otro lado las inclinaciones pueden superar los 35°, con un talud general que no

disminuye de los 25°. Esta característica le da al cordón una presencia maciza de gran altura.

1.2.3.- Geomorfología

La geomorfología del cordón del San Cristóbal se caracteriza por poseer elementos que estructuran un macizo montañoso que posee al menos cuatro cumbres y una gran depresión, similar a un portezuelo.

En este informe se subdivide para el análisis, el cordón en tres partes, definidas principalmente por las formas del relieve existentes y por la geometría de las curvas de nivel: Sector Norte, Centro y Sur.

a.-Sector Norte

El primero está definido por una serie de cumbres, que unidas forman una herradura, con una abertura hacia el poniente, con un promontorio también mirando al poniente(Figura nº4). Este sector en especial, posee una estructura ligada a la formación abanico, de carácter volcánico, cuya composición principal corresponde a cenizas y lapillis.

A medida que se desciende en la pendiente, existe una disminución paulatinamente en la pendiente, la cual, se encuentra asociada a la presencia de una formación similar a un glacis coluvial, con una pendiente media inferior a 5° y cuyos aportes de material están definidos por el movimiento constante de regolita, debido a procesos derivados de la gravedad (reptación, principalmente) y a la presencia de dos talwegs que se localizan sobre el plano inclinado (sector centro sur fig.nº2), el cual es ocupado en equipamiento deportivo. La geometría de la ladera tiende a ser cóncava (Carta Lito-geomorfológica, Perfil1), con un corte de pendiente en la cabecera de los depósitos de relleno, para luego, asumir una pendiente 0, para volver a generarse un salto de pendiente correspondiente a una antigua cantera.

Existe una formación que se emplaza en el extremo sur del área que se caracteriza por poseer al menos tres quiebres de pendientes, conformando escarpes, los cuales, poseen en sus bases importantes volúmenes de material, normalmente de granulometría que alcanza el bloque. Uno de estos escarpes (fotografía nº3) se encuentra ocupado por la planta de agua potable de la empresa EMOS, aquí no existe ni material ni pendiente para que se produzca una remoción ni desprendimiento de materiales, sin embargo, los escarpes que se localizan subyacentes a la planta si poseen características que pueden hacerla riesgosa. La geometría de la pendiente es mixta y varía entre rectilínea y convexa, presentando por tanto, acumulaciones de detritos en la parte superior de la ladera, en este lugar en particular se manifiestan con fuerza fenómenos de reptación (fotografía nº4).

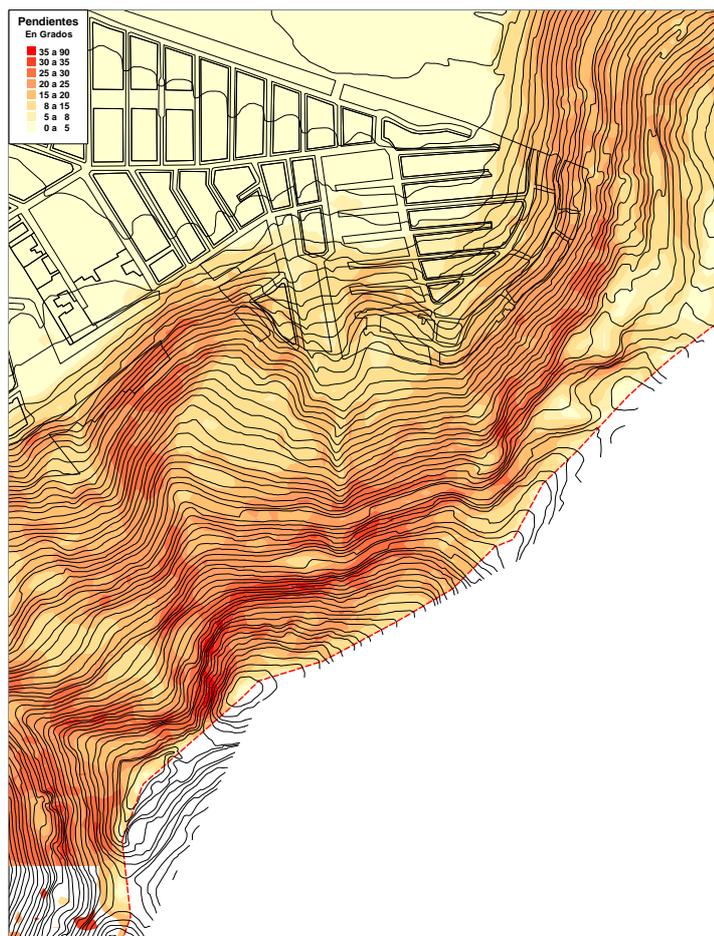
Dentro del mismo ámbito, cercano al límite comunal de Recoleta, sobre el plano inclinado, existe el gran escarpe de prácticamente 40 metros, el cual corresponde a las paredes de la antigua cantera y cuya pendiente supera los 35°, bajo ésta existe un talud de relleno, constituido principalmente de gravas y bolones (fotografía nº5), con una pendiente media superior a los 25° , colonizada incipientemente por vegetación

arbustiva. Entre ambas, existe un terreno plano con construcciones correspondientes al parque metropolitano.

b.- Sector Centro

El segundo, corresponde a la formación de portezuelo, la cual posee como roca madre, la andesita intrusiva y un talud de escombros. Este último tiene dimensiones de aproximadamente 500 mts de ancho (N-S) y de aproximadamente 100 mts de altitud,

Figura 5: En esta carta donde se representa el sector central de la ladera, es posible apreciar la ocupación de la trama urbana en sectores de alta pendiente. La presencia de una rinconada no es aquí tan evidente, por que la pendiente no disminuye lo suficiente antes de llegar al plano, si bien los materiales de relleno son también de origen coluvial (1), su depositación se cree que fue más violenta, asociada principalmente a movimientos de remoción en masa, otro factor determinante es el cambio a una litología con predominancia de intrusivos los que posee mayor resistencia a la erosión. Hacia el centro de la carta es posible apreciar un talweg con un cono de depositación aluvial (2), en donde existió la presencia de agua en el transporte de los materiales.



comprometiendo en parte a zonas semiurbanizadas (Figura nº5). La pendiente general del área se encuentra entre los 15 y 25°, alcanzando valores superiores a 30°. Es en este sector en donde la roca se encuentra más fragmentada y se emplaza por tanto, con mayor extensión, el talud de escombros, es aquí, además, donde el cordón disminuye más su altura.

La geometría de las curvas de nivel presenta también una especie de herradura, sin embargo, a diferencia del área anterior, su tamaño es más reducido y posee una pendiente mayor. Las laderas de este sector, se encuentran altamente erosionadas, con una escasa cobertura vegetal y con trabajos de zanjas para la forestación del sector. Este fenómeno, presenta ciertas debilidades desde el punto de vista de la

conservación del suelo, ya que éste se mantiene sin vegetación (fotografía n°6 y 7), dejando al descubierto material poco cohesionado, que a su vez posee un trabajo de ruptura debido a la intención de plantar allí árboles.

Los materiales que componen el talud, poseen diversa granulometría, sin embargo, es posible afirmar que en las zonas más altas, principalmente en el centro de la herradura, se localizan taludes de gravas y arenas, de muy baja cohesión, separados entre sí y con una buena selección granulométrica.

Hacia los extremos norte y sur del anfiteatro, es posible identificar antiguos fenómenos de remoción en masa, los que presentan características granulométricas extremadamente diversa. La pendiente cambia de forma para pasar de una forma rectilínea a cóncava, con irregularidades, debido a la existencia de un camino. Esta forma indica el aporte constante de materiales desde el nivel superior, donde la pendiente es mayor, al nivel inferior, en donde la pendiente es menor, en donde se detiene el avance de los detritos (perfiles 3 y 4, en plano de geomorfolog).

Cabe destacar la presencia de dos talwegs, los cuales se encuentran en el sector sur del área (Ver Figura n°3), Los cuales aportan con materiales aluvionales, de distinta granulometría, sobre éstos se presentan acumulaciones de escombros, provenientes de los rellenos de los caminos suprayacentes, si consideramos que tales rellenos poseen una baja cohesión y que los talwegs son los principales encausadores de los fluidos en una ladera, resulta una combinación peligrosa la presencia de escombros sobre el talweg.

Al igual que en el resto del cordón las laderas se encuentran en constante movimiento, dicho movimiento corresponde a una reptación de los materiales, la cual se puede evidenciar en la inclinación de los árboles.

Los principales procesos detectados en el área de estudio están relacionados con la presencia de rellenos coluviales, muchos de ellos arrastrados por movimientos en masa. Varela (1993), destaca la presencia de fenómenos de estas características en los terrenos al norte de la población Roosevelt. Sin embargo, existen procesos de movimientos de tierra en donde el agente principal es el agua, en ellos la principal característica está dada por la presencia de talwegs que permiten la depositación en algunos lugares de la ladera en forma de conos, cabe destacar que este tipo de aportes son esporádicos y se realizan solo en montos de precipitación diaria muy altos.

c.- Sector Sur

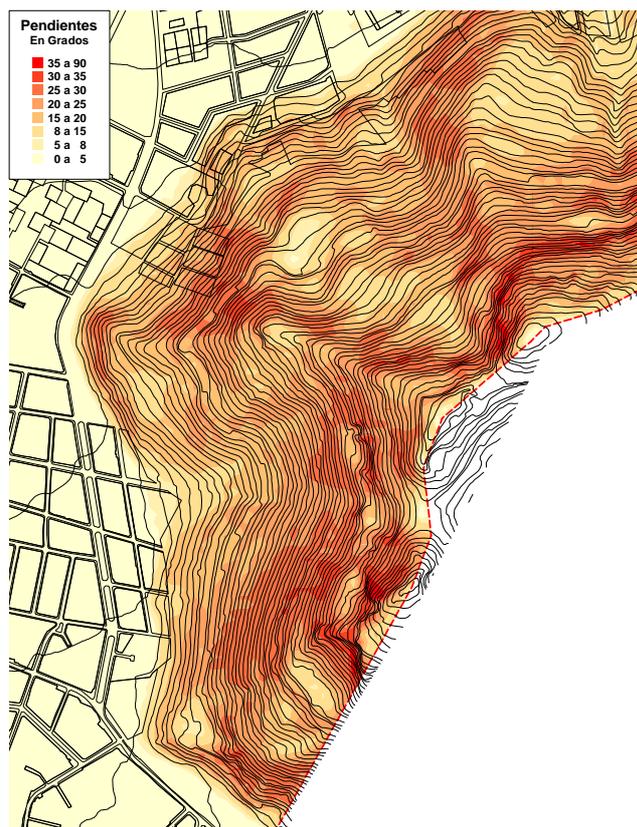
Las características del sector sur, son en estructura general similares a las zonas anteriores, constituido por una roca madre en altura, de alta pendiente y una zona de escombros a menor altitud. Sin embargo, las pendientes en general son más fuertes y el umbral entre los sectores más planos y la roca madre es menor. Se evidencia esta situación en los perfiles 7 y 9 de la carta geomorfológica, en donde se gráfica dos tipo de ladera, una cóncava y una convexa, y en ambos casos el cambio de pendiente tiende a ser violento.

En la parte más austral se localizan dos grandes escarpes relacionados con la extracción de áridos, los cuales superan los 40 metros de altura y con 100 mts de ancho, su pendiente presenta valores por sobre los 35° y posee en la base

acumulaciones de materiales compuestas entre otros elementos de bloques de tamaños variables de entre 1 y 7 mts (fotografía n°8). La pendiente que le subyace a estas canteras es alta superando en algunos casos los 30° y en todos los 8°, hasta el área urbanizada, con algunos lugares con muy baja cobertura vegetal. Esto determina un potencial flujo de escombros y caída de materiales, que si bien pueden ser esporádicos, debido al tamaño de éstos y la velocidad que pueden alcanzar, hacen que la existencia de este tipo de depósitos sea riesgosa para la población que se localiza ladera abajo. La situación se ve ejemplificada en el perfil n°9.

Figura n°6: se aprecia el aumento de las pendientes hacia el extremo sur del cordón, asociado además a la presencia de cumbres en aristas. En la parte oriental, en los faldeos (1), existe un cono de deyección asociado a los talwegs que se encuentran suprayacente a éste. Se puede observar además los quiebres de pendientes vinculados a la explotación de canteras en la época de la colonia (2).

Fuente: Base digital SAF. Plano de pendientes de elaboración propia.



Las condiciones del sector de rellenos están definidas por una alta pendiente y por sectores de inflexión en las curvas de nivel que indican la presencia de escurrimiento superficial esporádico, de esta, manera en la extensión de la calle Santos Dumont, se localiza un pequeño cono de deyección, ligado a dos talwegs que se encuentran sobre la ladera (Perfil 8), determinando una geometría de ladera cóncava.

1.2.4.- Procesos actuales

Los procesos que se desarrollan en la ladera corresponden principalmente a la caída de materiales debido a la existencia de antiguas canteras emplazadas en el sector norte y sur del cordón, éstos conservan materiales de grandes dimensiones, y poseen una pendiente ladera abajo que hace conflictiva la retención de dichos materiales, sobretodo en lo que refiere a las canteras localizadas al sur, en el sector de la Virgen,

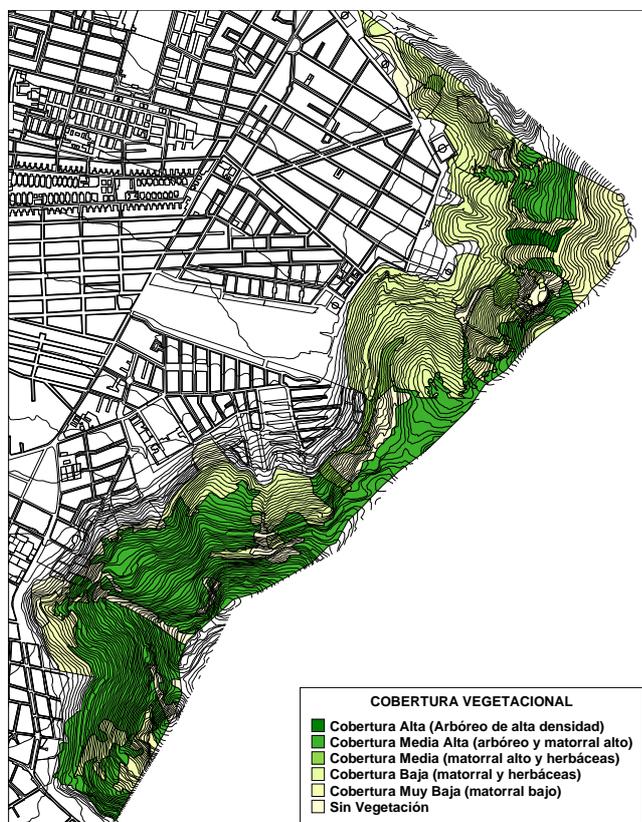
en donde de acuerdo a la entrevista hecha con un funcionario del Parque Metropolitano, se comprobó la caída de un bloque en una residencia, con daños al jardín de una casa ladera abajo. El riesgo aumenta si consideramos el carácter sísmico de nuestro país. En el caso de las canteras y cortes de pendiente en el sector norte, si bien las pendientes bajo éstas, son menores, no deja de preocupar la existencia de material disponible.

Un segundo fenómeno generalizado dentro del cordón, se refiere a la presencia de reptación en casi toda la unidad de rellenos no consolidados, esto afecta singularmente a la infraestructura, y representa un riesgo potencial al trasladar material a sectores en donde la pendiente es más fuerte y en donde existen mayores acumulaciones de escombros, rompiendo el perfil de equilibrio que las sustenta, potenciando la posibilidad de gatillar procesos de remoción en masa. Se pudo constatar en terreno además, que la reptación se da con mayor vigor en áreas de baja cobertura vegetal.

1.2.5.- Vegetación.

En términos generales, es posible mencionar que la vegetación del cordón del San Cristóbal varía de acuerdo a la orientación de la ladera. De esta manera el cordón en sí se divide en dos partes, ladera sur oriente, que pertenece a los municipios de Providencia, Vitacura y Lo Barnechea, y que posee importantes plantaciones de

Figura n°7: Cobertura vegetal, los cambios entre la parte sur y la parte norte son notables, si consideramos además que los tipo de especies varían también de sur a norte, siendo en el sur especies exóticas y arbóreas y en el sur nativas y arbustiva herbácea.



árboles exóticos y nativos con áreas de mantenimiento de prados por parte de la administración del Parque Metropolitano. Por otra parte, la ladera norponiente, perteneciente a las comunas de Recoleta y Huechuraba, presenta condiciones de insolación superior, que condicionan una vegetación más raleada y más baja, predominando el estrato arbustivo, dentro de una matriz de especies herbáceas anuales.

La distribución de la cobertura vegetal presenta variaciones importantes en su extensión. De esta manera podemos evidenciar que existe una baja cobertura vegetal del sector norte respecto de la parte sur del cordón del San Cristóbal (fig.13). A su vez, y como generalidad, la vegetación aumenta en densidad en altura, definido fundamentalmente por la cercanía a la infraestructura del Parque Metropolitano, determinando un sistema de laderas con escasa o nula vegetación. Cabe destacar que la distribución de la vegetación en los sectores menos intervenidos por la forestación (sector norte), presenta patrones característicos, en donde mejora la cobertura vegetal en las laderas de exposición sur poniente.

1.2.6.- Resultados

a.- Tipologías de riesgos geográficos físicos

A partir de la fotointerpretación y del trabajo de terreno, se pudieron definir los siguientes riesgos potenciales:

Riesgo de caída de material : Asociado fundamentalmente a la presencia de canteras, la pendiente que las acompaña y la cantidad y tamaño del material que conservan.

Riesgo de deslizamiento : Corresponde a aquellos sectores con posibles flujos de escombros. Éste tipo de fenómenos se identifica fundamentalmente en el sector de la población Roosevelt, que de acuerdo a Varela en 1993, se potencia por la localización de estratos subterráneos de arcilla impermeable que actúan como planos de deslizamiento en condiciones de precipitaciones intensas, permitiendo que los estratos suprayacente se desplacen de manera rápida y con volúmenes considerables, alcanzando incluso magnitudes de 17000 m² en la parte norte de la población. Otros sectores que pueden verse afectados están relacionados con el sector norte, en particular donde se desarrollan taludes de escombros y superficies de regolitos, claro está en un grado menor.

Riesgo de erosión : Este fenómeno afecta principalmente a los sectores cuya cobertura vegetal es escasa y cuya pendiente supera los 8°.

Riesgo por reptación : Es evidente que a lo largo del cordón existe gran cantidad de reptación en las laderas, si bien este fenómeno ocurre con una velocidad notablemente menor, su importancia en el deterioro de la infraestructura puede llegar a ser trascendental. Se localiza fundamentalmente en los lugares en donde la cobertura vegetal es baja.

b.- Delimitación de áreas de riesgo

De acuerdo con la metodología, descrita en el inicio, se combinaron tres capas informativas: Cobertura vegetal, litología y pendientes.

El primer paso fue combinar las coberturas de litología con vegetación.

La variable cobertura vegetal, de acuerdo con la fotointerpretación y el control de terreno, asumió los siguientes rangos:

Cobertura Alta	: Fundamentalmente corresponde a las superficies con un estrato arbóreo denso, con especies de matorral y herbáceas anuales.
Cobertura Media Alta	: Posee características similares al rango anterior, pero variando en el predominio del estrato arbóreo por el estrato arbustivo.
Cobertura Media	: Combinación del estrato arbustivo y el herbáceo, con presencia menor de árboles, el distanciamiento entre especies es mayor en este caso.
Cobertura Baja	: Matorral más bajo, con menor desarrollo horizontal y mayor distanciamiento, con presencia de herbáceas.
Cobertura Muy Baja	: Matorral bajo similar al anterior, pero sin presencia evidente de herbáceas.
Sin Vegetación	: Sectores sin especies vegetales o de número insignificante.

La distribución de los valores son posibles de observar en la carta de cobertura vegetal, graficada en la figura nº7.

A su vez la litología asumió los valores siguientes, ordenados por su resistencia:

- Andesíta Intrusiva miocénica.
- Formación Abanico, lavas, tobas, conglomerados y ceniza.
- Depósitos no consolidados.

El cruce de las variables asumió valores que se grafican en la tabla siguiente:

Tabla nº3. Resultados cruce Litología – vegetación

Vegetación		Alta	Media alta	Media	Baja	Muy Baja	Sin Veg
Litología		1	2	3	4	5	6
Intrusiva	1	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Formación Abanico	2	1	2	3	4	5	6
Dep. no consolidados	3	1.5	3	4.5	6	7.5	9

Los valores obtenidos en el cruce matricial fueron clasificados de acuerdo al grado de fragilidad que ambas variables pueden generar. De esta manera, los valores más altos, se acercan a los niveles mayores de fragilidad ambiental, por tanto con mayor potencialidad a los riesgos geográfico físicos, los cuales se pretenden evaluar en este informe. La clasificación de vulnerabilidad o fragilidad se incluyen en la siguiente tabla:

Tablan^o4. Fragilidad superficial, en función al cruce Litología – Vegetación

Fragilidad	Clasificación
Baja	0.5 – 2.0
Media	> 2.0 – 4.5
Alta	> 4.5 – 9.0

El límite entre baja fragilidad y fragilidad media está definido por la existencia de valores de vegetación de muy baja cobertura, cruzados con andesita intrusiva, lo cual evidencia un nivel de fragilidad elevado que no necesariamente representa valores máximos, el valor en el cruce es de 2.5, determinándose este el nivel adecuado para pasar a un nivel de fragilidad media. A su vez, para definir entre el valor media y alta se consideró que la combinatoria entre formación abanico y muy baja cobertura definía un límite, esto debido a que la cobertura vegetal en este rango disminuye al nivel de no poseer cubierta herbácea capaz de contener la formación constante de regolito por parte de la formación abanico, por esto se asumió que este valor puede ser considerado como alto.

El segundo cruce de variables se realizó entre clasificación de pendientes y el primer cruce lito - vegetal. La variable pendiente se agrupó en los siguientes rangos:

Tabla 5. Clasificación de pendiente en relación con los umbrales morfodinámicos.

Clasificación	Pendiente en °	Umbral geomorfológico
Baja a Suave	0 – 5	Erosión nula a débil (difusa)
Moderada a Fuerte	5 – 20	Inicio de erosión lineal a cárcavas incipientes
Muy Fuerte	20 -30	Cárcavas frecuentes, Movimientos en masa. Reptación
Escarpada	30 y +	Coluviamiento, soliflucción intensa. Derrumbes y desprendimientos.

Fuente: Mideplan (19**), adaptación propia.

Los umbrales especificados aquí, ayudan a orientar el papel de las pendientes en el desarrollo de los fenómenos de erosión, remoción y desprendimiento de materiales. Para determinar la peligrosidad de estos fenómenos, es decir asociar el concepto de proceso geomorfológico en función a las pendientes, sumado al estado actual del sustrato rocoso, fue necesario traslapar las capas informativas de pendientes y de la del primer cruce. Consecuentemente se definió la siguiente tabla:

Tabla 6. Determinación de probabilidad de riesgo o peligrosidad de la ladera.

Pendiente	Vegetación- litología		
	Baja	Media	Alta
Baja a suave	Muy Baja	Muy Baja	Baja
Moderada a fuerte	Media	Media Alta	Alta
Muy Fuerte	Alta	Alta	Muy Alta
Escarpada	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta

La distribución de los valores se representa en la carta de "Peligrosidad de la Ladera". A través de ésta es posible evidenciar los altos niveles de riesgo existentes a lo largo de prácticamente toda la ladera.

En función a los elementos analizados, es posible al menos concluir en una carta de riesgos geográfico físicos, fundamentada en los cruces de información. La clasificación de los riesgos desarrollada en la metodología, permite distinguir al menos todos los procesos descritos, pero además, provee de información suficiente para determinar áreas en donde los procesos geomorfológicos desencadenarían otro tipo de fenómenos.

Este es el caso del canal El Carmen, el cual presenta inflexiones durante su paso por el cordón, específicamente en el sector norte, en la latitud del parque Antilén, se localiza suprayacente al canal, una importante acumulación de rellenos de una antigua cantera. Dicha acumulación, forma un talud, de pendientes variables superiores a los 25°, lo cual la hace altamente riesgosa a la caída de materiales o a flujos de escombros, lo que provocaría evidentemente el taponamiento del canal y su consecuente desborde.

Otra consecuencia de los fenómenos detectados, es la presencia de asentamiento en diversos lugares de la ladera con riesgo de remoción en masa. Destacan sobretodo el sector sur de Av. Perú, con caídas de material, que si bien pueden ser esporádicas, la peligrosidad del evento lleva a clasificarlas como zonas de riesgo, debido al tamaño de los materiales almacenados en las canteras por sobre este sector. Otra zona es la población roosvelt, tratada por el geólogo Varela, quien en 1993, hace hincapié en la existencia de antiguos fenómenos de remoción en masa dentro del área y propone inclusive la erradicación de los lugareños, por la alta probabilidad de que eventos de esta naturaleza vuelvan a ocurrir.

Otro sector que cabe destacar, corresponde a parte del piedmont del cordón localizado entre las calles Santos Dumont y Comandante Véliz, en donde la presencia de una alta pendiente motiva a la generación de movimientos en masa, dentro de los cuales fue posible identificar la reptación y la caída de materiales.

1.3.-Zonificación de Riesgo Natural

La tercera etapa del informe corresponde a la zonificación de riesgo propuesta por el MINVU, y sobre la cual se desarrolló el plano de riesgo, éste define al menos tres tipos de zonas:

- a.- Zona no edificable.
- b.- Zona de edificación restringida.
- c.- Zona edificada con peligro o riesgo de catástrofe.

La distribución de las zonas se grafican en el plano general de riesgo escala 1:5.000. De éstas destacan las zonas edificadas con riesgo de catástrofe, las cuales se localizan en el sector sur de la ladera, en donde gran parte de los predios presentan longitudes sobre la ladera de entre 40 y 150 mts.

El segundo sector conflictivo, se presenta en la población Roosevelt (fotografía 9), en donde gran parte de las edificaciones se localizan en sectores de riesgo, y en donde se combinan numerosos riesgos, tales como la caída de materiales, como el flujo de detritos.

A raíz de la inexactitud, de los límites de riesgo, debido a que las variables naturales no presentan límites definidos, ya que estos no coinciden necesariamente con elementos del paisaje urbano a través de los cuales se pueda generar una zonificación aplicable, los límites se generaron a partir de extender la zonificación de riesgo a todo predio que se encontrara total o parcialmente dentro de los límites del área de riesgo determinada, de esta manera, los predios que alcanzan a colindar con la calle involucran a toda la manzana. En las figuras 8 y 9 se representan la situación de la zona actual de riesgo y la anterior.

Figura 8. Situación inicial del límite de la zona de riesgos

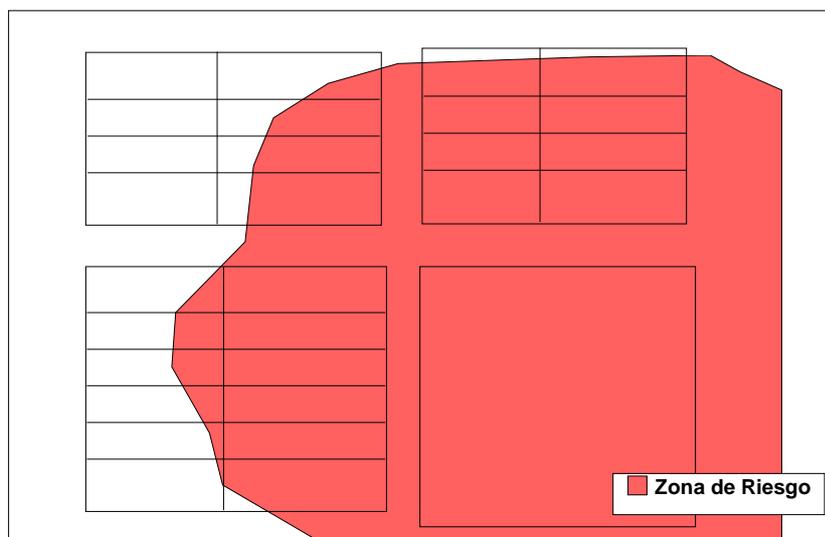


Figura 9. Delimitación de la zona de riesgo en función a los predios involucrados dentro de la zona inicial



De esta manera, el fondo de predio es un límite en la medida de que el predio se considere involucrado dentro de la zona de riesgo inicial.

Las estimaciones sobre los límites de predios se hicieron sobre la base de la fotografía aérea escala 1:5.000.

1.3.1 Zonas de riesgo habitadas

En las cartas de población, se grafican el número de población dentro de cada manzana y separadas por las distintas zonas de riesgo habitadas, la información fue elaborada en base al software Mapinfo, a través del cual se anexaron los resultados del censo del año 1992. Una de las limitantes está relacionada con la inexistencia de datos para algunas manzanas, las cuales no aparecen graficadas en los planos de codificación del INE.

La población involucrada por cada una de las zonas se sintetiza en el cuadro siguiente:

Población o Sector Involucrado	Habitantes
Población Roosevelt	1825
Población Aurora de Chile	1080
Población Balletero	Sin Información
Población San Cristóbal	2114
Sector Santos Dumont	298

Las poblaciones más afectadas son la población Roosevelt y San Cristóbal, las cuales superan los 2000 habitantes, existiendo manzanas no censadas, que se encuentran construidas, pero sin información.

La antigüedad de las construcciones y de los asentamientos es diversa entre los distintos sectores involucrados, el cuadro siguiente reseña el año de loteo de cada uno de los sectores:

Plano	Año
Población Roosevelt	1947/1951
Población Aurora de Chile	1948
Ampliación Población Aurora de Chile	1949
Población Ballesteros	**1972
Población San Cristóbal	*1962
Av. Perú – Unión – Fco. Silva	*1957

* La información fue determinada en función a la información de SII, de acuerdo a las manzanas involucradas en el área de riesgo.

** Si bien la información corresponde al SII, las manzanas no son las involucradas en el área de riesgo, solo involucran las aledañas, ya que no existen dentro de la base.

2.-Riesgos no naturales

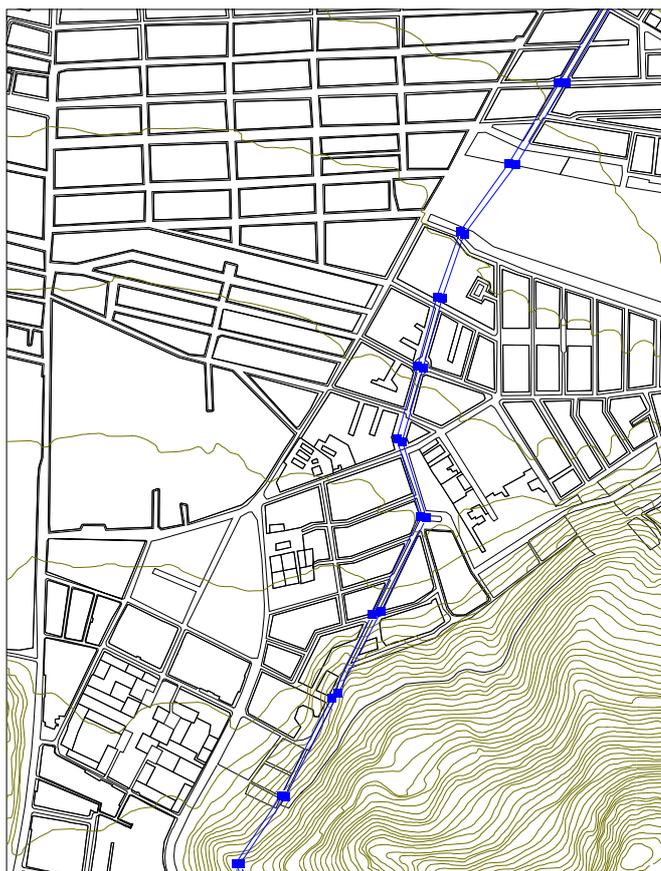
Los riesgos no naturales están asociados directamente a la presencia de tendidos de alta tensión que pasan por sectores residenciales de la comuna y a la existencia de canales dentro de la comuna.

2.1. - Tendidos de alta tensión.

a.- Localización:

De acuerdo a información entregada por la Sucursal Chacabuco de la Empresa Chilectra, en la comuna de Recoleta pasa un tendido doble de alta tensión (dos ramas) que se desplaza de Norte a Sur por el sector oriente de la misma, el trazado es paralelo desde la central de Chilectra, emplazada en Domínica 185, hasta el comienzo de Héroes de la Concepción, en donde se divide en dos líneas de alta tensión.

Figura 10. El sector más conflictivo corresponde a la parte sur del regimiento, principalmente en la calle Fco Silva, en donde la línea pasa muy cercana sino encima de la acera, cabe destacar la presencia de la línea por sobre el regimiento Buin.



Desde Domínica la línea sube por la ladera del cerro en aproximadamente 25 m, alcanzando una altura de 595 m.s.n.m., desde ahí su orientación principal es nororiental.

por sobre la ladera del cerro San Cristóbal (fotografía 10), hasta Av. Las Torres o calle Francisco Silva, por esta calle se presentan los dos pares de torres (fotografía 11), que llevan las dos líneas paralelas, para seguir por Francisco Silva (fotografía 12 y 13), durante todo este trayecto se presentan las mayores irregularidades, debido a que la distancia de las construcciones a la línea oficial es escasa. El problema más grave se produce en la calle Francisco Silva (dentro de la población San Cristóbal) (fotografía 14), en donde las edificaciones tienden a ser más precarias y más irregulares, este tramo se emplaza en una franja de aproximadamente 300 m, desde la ladera del cerro hasta calle Elcira Lemus (fotografía 14). Gran parte de estas viviendas se encuentran dentro de las áreas de restricción, es decir la franja de 10 metros.

Desde la calle Francisco Silva el tendido de alta tensión pasa por predio cerrado (fotografía 15) hacia avenida las Torres con dirección norponiente. Desde ahí, sigue por Av. Las Torres, pasa por rotonda (fotografía 16), para llegar a predio privado, destinado a industria, en donde se localizan otras dos torres dentro del predio (fotografía 17). Las líneas continúan por sobre el predio hasta calle México en donde se localiza el siguiente par, desde allí pasa por sobre el Regimiento Buin para pasar a predio destinado a policlínico en calle Antonia Prado, en donde se localizan otro par de torres (fotografía 18).

Los pares de torres se proyectan hacia el norte emplazándose por avenida Las Torres en las intersecciones con las calles Lircay (fotografía 19), Víctor Cuiccuini y Antonia Silva, en general la calle posee un perfil adecuado, sin embargo, el ancho no es lo suficiente, de acuerdo con la faja de protección planteada por el PRMS. Cabe destacar como un problema de alta gravedad, la existencia de una torre de alta tensión dentro del predio del colegio localizado en el cuadrante definido por las calles Reina de Chile, El Salto, Antonia Silva y Las Torres (fotografía nº 20), a su vez su par se localiza a menos de tres metros de la construcción (foto nº21), pasando el tendido por sobre las construcciones hacia Héroes de la Concepción. Desde este par, las líneas se separan, uno sigue por Avenida Las Torres y la otra por Héroes de la Concepción.

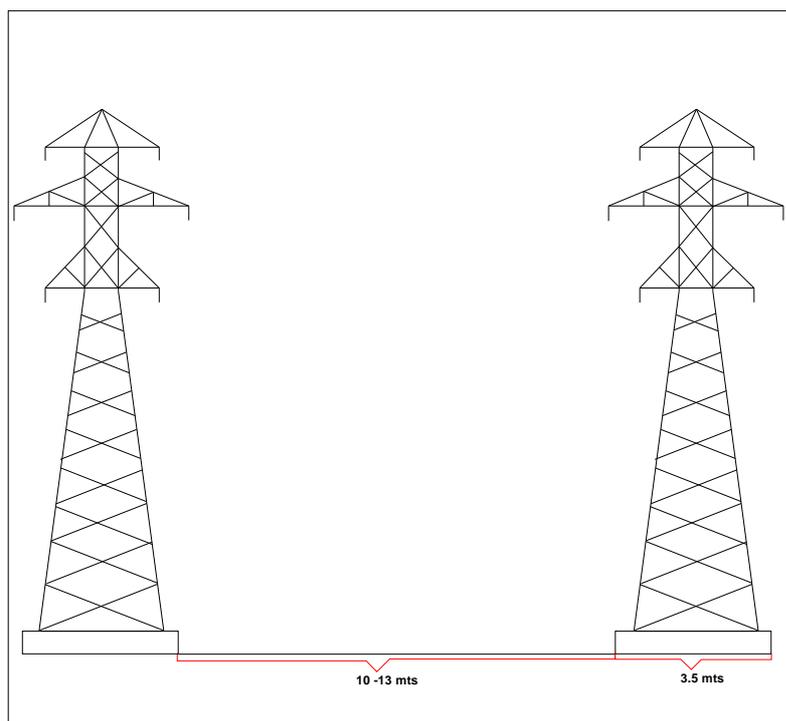
En Av. Las Torres, las estructuras se localizan en pequeñas rotondas colocadas en medio de la calzada, con una distancia mínima a las construcciones (fotografía 22), en donde existe una distancia a la estructura pero no a la línea.

En Héroes de la Concepción, la situación es distinta aquí, las torres y los cableados pasan a una distancia importante respecto de las construcciones (foto nº23).

Los riesgos asociados al paso de tendidos eléctricos están referidos al aumento de probabilidades de catástrofes por caídas de cables entre otros, sin embargo, existe otro tipo de riesgos relacionados con la salud de la población, la cual se puede ver afectada por el paso de grandes cantidades de energía eléctrica a una corta distancia.

La distancia aproximada entre cada torre varía entre 10 y 13 metros desde el eje de la estructura. La base mide aproximadamente 3.5 mts por lado formando un cuadrado de 12.25 m².

Figura 11:
Esquema general de emplazamientos de las torres de alta tensión pares.



b.- Normativa asociada a los tendidos:

De acuerdo a la normativa del actual Plan Regulador Intercomunal de Santiago, en su artículo 8.4.3 denominado de Resguardo de Infraestructura menciona con respecto a las líneas de transporte de Energía Eléctrica lo siguiente:

- Corresponden a fajas de terrenos destinadas a proteger los tendidos de las redes eléctricas de alta tensión.
- Las disposiciones que permiten determinar las fajas de seguridad de las líneas como asimismo las condiciones y restricciones respecto de las construcciones que se emplacen en las proximidades de las líneas eléctricas aéreas, están contenidas en el artículo 56 del DFL n°1 de 1982, del Ministerio de Minería y en los artículos 108 al 111 del reglamento S.E.C.: NSEG 5E.n.71, "Instalaciones de corrientes fuertes".
- Se consideran asimismo las siguientes fajas de protección y usos permitidos en las fajas. En el caso de Recoleta las líneas de alta tensión tienen un voltaje de 110 Kv por lo que la faja de protección se fija en 10 metros a eje, es decir 20 metros en total, y los usos permitidos corresponden a equipamiento de áreas verdes (se considerarán solo árboles frutales u ornamentales aislados que no sobrepasen los 4 metros de altura) y vialidad.

2.2 Riesgos asociados a canales.

Los canales existentes en la Comuna de Recoleta son el canal La Pólvara y el canal El Carmen.

El canal El Carmen, por el contrario, pasa en altura, las cuales bordean los 595 msnm, y proviene también de la comuna de Providencia, pasando entubado a través del cordón del San Cristóbal, para hacer un recorrido de prácticamente 1 kilómetro, por la ladera del cordón, para cruzar ahora el cordón del Salto hacia Huechuraba.

Ambos provienen de la comuna de Providencia y poseen destinos extracomunales. Cabe destacar que se encuentran plenamente vigentes y cumplen la función de canal durante todo el año. Ambos hacen en total un recorrido de 4858 mts.

a.- La Pólvara

Figura 12: Recorrido del canal De La Pólvara



El canal La Pólvara es el que posee mayor influencia en el medio urbano, si bien cruza en varias partes de la comuna abovedado bordeando el Cerro San Cristóbal.

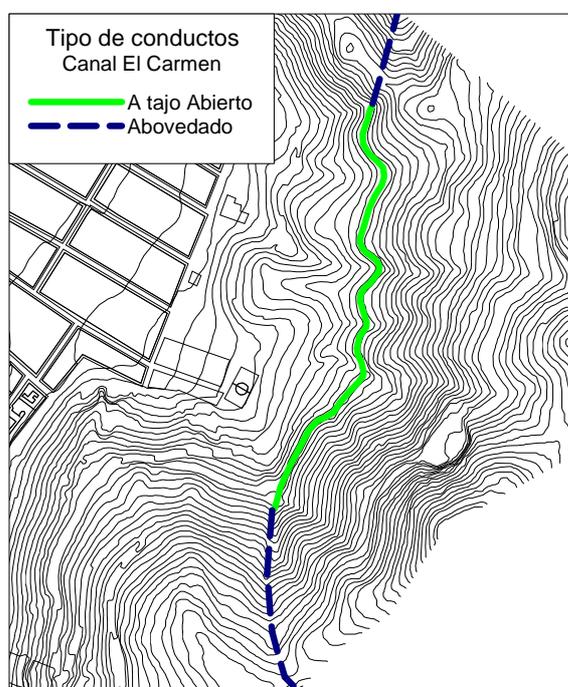
El canal La Pólvara aporta con un total de 3500mts de largo dentro de la comuna. El recorrido del canal se puede observar en la figura anterior:

b.- El Carmen

El canal El Carmen, por el contrario, pasa en altura, las cuales bordean los 595 msnm, y proviene también de la comuna de Providencia, pasando entubado a través del cordón del San Cristóbal, para hacer un recorrido de prácticamente 1 kilómetro, por la ladera del cordón, para cruzar ahora el cordón del Salto hacia Huechuraba.

El canal El Carmen, a su vez, contribuye con un total de 1358, de los cuales 970 van a tajo abierto y 388 bajo tierra, entubados, éstos últimos provienen de una perforación hecha al cordón del San Cristóbal que data de la década del 50, dejando abandonada la antigua estructura que rodeaba el cerro San Cristóbal, para seguir hacia el norte. Hoy en día el antiguo canal fue rellenado y es hoy un camino ripiado, perteneciente al Parque Metropolitano.

Figura 13: Trazado del canal El Carmen



c.- Normativa relacionada con la presencia de canales.

Las condiciones de emplazamiento de una edificación que afecta el recorrido de los canales, depende exclusivamente de la autoridad competente, que en este caso corresponde a la Asociación de Canalistas del Maipo, La Pólvora y El Carmen. Los cuales revisan y autorizan los emplazamientos en particular para cada uno.

3.-Recomendaciones

De acuerdo a las características de la comuna, en torno al tema de riesgos, es necesario hacer las siguientes indicaciones a seguir ya sea en la normativa misma como dentro de la gestión municipal:

3.1.- Cordón del cerro San Cristóbal:

Areas Habitadas

Sector Población Roosevelt: De acuerdo con los riesgos descritos en el sector sur de la ladera en especial al sur de la población Roosevelt, se recomienda, aumentar el tamaño predial y disminuir el porcentaje de edificación. Además de prohibir la construcción de edificaciones cercanas por lo menos a 30 mts de la línea de riesgo establecida, sobretodo si éstas implican el asentamiento de población o impliquen una concentración de personas.

En el sector de la población Roosevelt, se recomienda la prohibición de construcción sobre la altura definida por las calles Presidente Lincoln, Poeta Whitman y Almirante Byrd, es decir sobre la cota 565 aproximadamente, esto implica necesariamente, la erradicación de las viviendas sobre estos límites, en concordancia con lo expuesto por el estudio de Varela en 1993. El resto de las viviendas deben poseer un porcentaje de ocupación mínimo. Es necesario además construir muros de contención alrededor de la infraestructura vial, principalmente en la calle Presidente Eisenhower, y mejorar la cobertura vegetal de las laderas, en una combinación de especies determinadas por los tipos de raíces, alternando vegetación de enraizamiento profundo, de manera, de evitar los deslizamientos, asegurando la capa de regolitos con los estratos subyacentes y especies con raíces de gran cobertura horizontal, conteniendo los materiales superficiales. Además deben establecerse corredores adecuados en la vialidad urbana, ya sea para la evacuación de aguas lluvias, como de flujos de barro o escombros, estableciendo perfiles de calle adecuados y sistemas de evacuación domiciliaria.

Sector Las Cascadas: Corresponde a la zona al norte del Regimiento Buin, en la acera poniente de la calle Las Cascadas, en donde existen agrupaciones de viviendas al pie de la ladera. Para éstos se recomienda la erradicación de las viviendas que se encuentran desde esta calle hasta la ladera del cerro San Cristóbal, debido a que la peligrosidad en la caída de escombros es bastante latente, tanto por el tipo de material (regolita no consolidada), como por la alta pendiente que sobre ellas se emplaza (sobre 30°), pudiendo gatillar procesos de caída de material.

Sector Población San Cristóbal: Se refiere a la zona al sur de la población Roosevelt, cuyo eje aproximado es la calle Francisco Silva. En esta área, los mayores problemas, están relacionados con la existencia de una alta erosividad del terreno y de una escasa cobertura vegetal, lo que permite la preparación de material para el flujo de escombros y la reptación, además de la presencia de flujos de barro de

mediana intensidad, que pueden afectar a las viviendas ladera abajo. Las recomendaciones puntuales para esta área están orientadas a impedir el aumento de la densidad de la población y de las construcciones, impidiendo además la expansión de casas sobre la huella del camino del Carmen. Una segunda recomendación importante es el mejoramiento vial del camino en cuestión ya sea ampliando el perfil del mismo, como mejorando las condiciones de evacuación y canalización de las aguas lluvias, en el primero de los casos para amortiguar la caída de materiales, en el segundo para conducir las aguas lluvias hacia áreas alejadas de la zona habitada. En términos de reforestación, las orientaciones de ésta, deben ser similares a las de la población Roosevelt. Si bien son las recomendaciones para el sector, cabe destacar que existen viviendas dentro de la faja de protección de las líneas de alta tensión, lo cual será visto más adelante, en el apartado correspondiente.

Sector Santos Dumont: Las recomendaciones están orientadas a la erradicación de las viviendas existentes en el sector o bien en el mejoramiento de las condiciones de los escarpes y canteras ladera arriba. Para las casas que dan hacia el cerro, más al sur, en especial a los que se localizan en calle Schiavetti, se recomienda, al menos mejorar la calidad de las rejas o muros que dan hacia la ladera, en condiciones que la cantera se mantenga activa. Para este caso la recomendación principal es el mejoramiento de las condiciones de las canteras abandonadas.

Normativa PRMS: Dentro de la normativa PRMS, se señalan específicamente las condiciones de edificación para zonas restringidas o excluidas al desarrollo urbano, a saber "se podrá construir 1 vivienda con una superficie de hasta 10% del tamaño del lote. En sitios de superficie inferior a 1.400 mts², es vivienda podrá llegar hasta 140mts², siempre y cuando cumpla con las normas contenidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Áreas No Habitadas.

Para las áreas no habitadas, la recomendación principal, es la no - construcción de edificaciones importantes en la ladera.

Para el sector al oriente de calle la Montaña, debe conservarse como zona de equipamiento deportivo, debido a la peligrosidad de rebalse del canal por taponamiento.

En el sector que se encuentra al norte de la población Roosevelt, se recomienda no utilizarse para ningún tipo de actividad, excepto para protección ecológica, debido a la presencia tanto de altas pendientes, a fin de evitar la erosión del terreno, como por la existencia del Regimiento Buin. Al sur de la misma población se encuentra un predio perteneciente al Parque metropolitano, cuya pendiente permite el uso para actividades recreativas y de área verde.

Al norte del sector de Santos Dumont, la franja definida de riesgo, debe ser conservada como de protección ecológica debido a las altas pendientes y al deterioro en la capa superficial de suelo.

3.2.- Líneas de alta tensión.

Para las viviendas en el sector de la población San Cristóbal, se recomienda erradicar y despejar de construcciones el área colindante con las torres de alta tensión, en al menos 10 metros al eje de la línea, por ambos lados, de manera de evitar futuras catástrofes, mejorando además la calidad de vida de los residentes en el lugar. Se sugiere además de fijar la zona en la normativa, proponer áreas verdes o vías dobles de manera que dichos terrenos no se vuelvan a ocupar.

El problema de las torres de alta tensión y del trazado de la línea debe ser re evaluado, en función a las características que ésta presenta, ya que no existe una aplicación correcta de la norma, en casi todo el trayecto que pasa por la comuna, el trazado debería ser modificado y pasar por la ladera del cerro, la erradicación de las viviendas a lo largo del paso del tendido, implicaría costos sociales y económicos muy altos.

Las zonas prioritarias son las de Francisco Silva en la población San Cristóbal y la de Avenida las Torres, en ésta última con especial relevancia en la intersección de Antonia Silva y Las Torres, además de la regularización en los predios privados, en donde se localizan torres de alta tensión.

3.3.- Canales

Se recomienda normar en el plan las zonas de restricción de canales, posibilitando el despeje de construcciones que se localicen dentro de éstas, fundamentalmente en las zonas donde el canal transita a tajo abierto. En cuanto a los trayectos entubados de los canales, es necesario normalizar las construcciones que se encuentren sobre éstos, sobretodo si el canal pasa por predios privados.

BIBLIOGRAFÍA

Espinosa, et al. 1985. Distribución geográfica de los deslizamientos de tierras asociados a desastres en Chile. Revista Ambiente y Desarrollo, Vol. I.

Espinosa, et al. 1983. "Cubierta vegetal y erosión: experimentos preliminares en los Andes Centrales de Chile (32° S)". Revista Terra Australis. N°27. IGM.

MOPT. 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio físico, contenido y metodología. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y Medio Ambiente.

Navarro C., Luis.1995. Determinación de unidades de riesgo por destrucción de laderas y procesos de remoción de materiales en el cordón San Cristóbal. Tesis Licenciatura en Geografía P.U.C.

Riesco, Ricardo. 1985. Antecedentes preliminares sobre la relación entre smog de la ciudad de Santiago y la circulación gral. de la atmósfera. Revista Universitaria.

S.A.F. 1995. Vuelo FONDEF 1:5.000 Línea 24: nos. 034179,80. Línea 25: nos. 034214,15. Línea 26: nos. 034226,27,28,29. Vuelo FONDEF 1:20.000 Línea 40: nos. 0394813,82,83.

Varela B., Juan. 1993. Estudio geológico – geomorfológico y de remoción en masa de la ladera norte del cerro San Cristóbal correspondiente al sector de población Roosevelt. Región Metropolitana. Estudio ejecutado por el Dpto. de Geología Universidad de Chile.

Strahler, Arthur y Alan. 1993. Geografía Física. Omega, tercera edición. Barcelona.

ANEXO FOTOGRAFICO

Fotografía n°1: Descamación en la roca andesítica, evidencias, por tanto, del estado de deterioro de la roca basal.



Fotografía n°2: Desagregación de la roca madre, en este caso de carácter volcánico extrusivo.



Fotografía n°3: Planta de Agua Potable de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias



Fotografía n°4: Evidencias claras de la presencia de reptación en el sector norte de la ladera, la inclinación de la infraestructura, indica el movimiento lento pero continuo de la masa de regolita.



Fotografía n°5: Talud de rellenos (1) sobre el canal El Carmen. Se puede apreciar en la fotografía el nivel del canal (2).



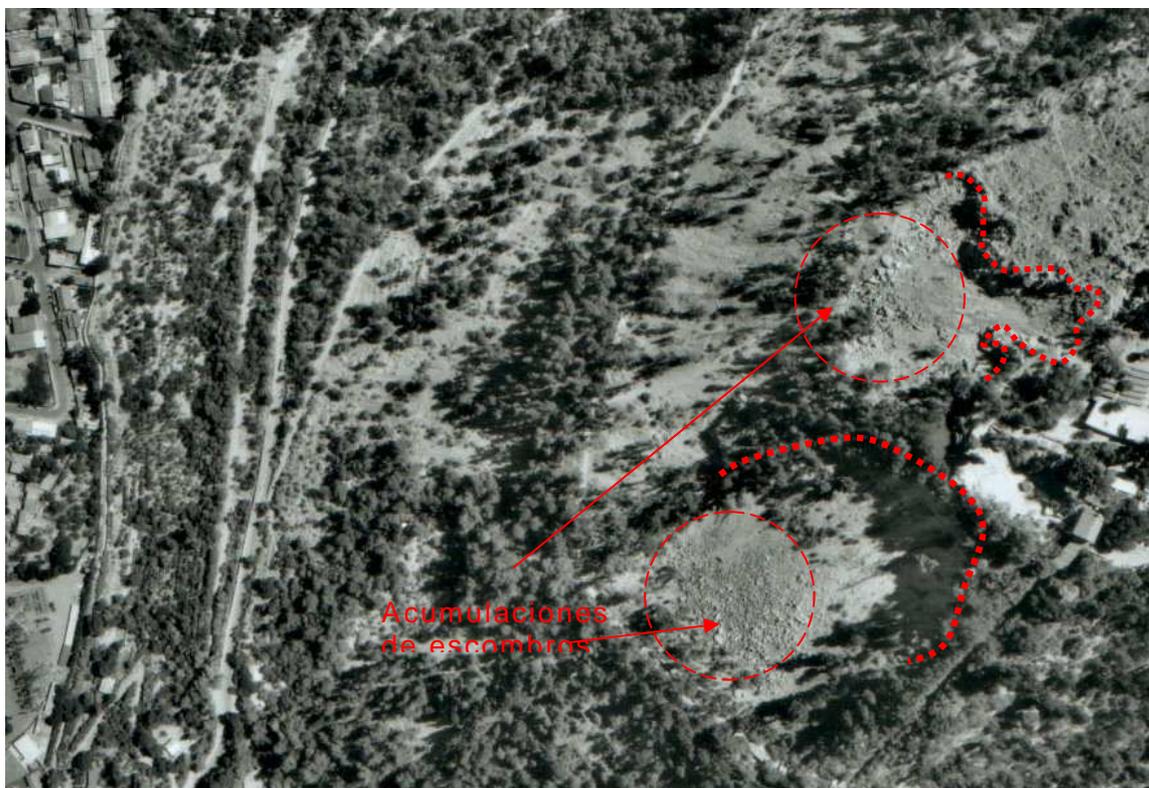
Fotografía n°6: Sector sobre población Roosevelt, se puede apreciar en esta foto el estado de la capas superficial de suelo, la cual se encuentra removida para forestación del mismo.



Fotografía n°7: Una vista lateral para el mismo sector, destaca en esta fotografía la baja cohesión en el material superficial, el disminuido tamaño de los árboles recién plantados y la presencia de vegetación quemada, fenómeno común en la ladera del cerro.



Fotografía n°8: Antigua canteras, con presencia de materiales de grandes volúmenes. Es posible observar los escarpes graficados en línea punteada.



Fotografía n°9: Toma norte de la ladera cerro San Cristóbal, sector población Roosevelt, es posible observar la fuerte pendiente y la presencia de un cono de detritos.

