ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE OSORNO
SEREMI MINVU Y SERVIU **REGION DE LOS LAGOS**

ESTUDIOS PREVIOS MODIFICACION PLAN REGULADOR COMUNAL DE OSORNO PLANO DETALLE **BARRIO PARQUE INTEGRADO** SECTOR RAHUE BAJO

INFORME AMBIENTAL

ANEXO 2: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL ESTRATÉGICO

Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Gobierno de Chile

GRUPO MOEBIUS · ARQUITECTURA & PAISAJE ·

A.	INTRODUCCIÓN	3
B.	TERRITORIO OBJETIVO	3
C.	CARACTERÍSTICAS DEL MACRO TERRITORIO	4
a.	UNIDADES DEL PAISAJE	4
b.	Clima en marco regional	8
i.	Climatología de la Cuenca del rio Bueno	9
c.	Relieve y Geomorfología	9
d.	Hidrografía	9
i.	Hidrogeología Cuenca Río Bueno	10
ii.	Geomorfología Cuenca Río Bueno	11
D.	ESTUDIO Y CATASTRO DE LA FLORA Y VEGETACION	12
a.	Marco Regional Flora	12
b.	Vegetación	15
c.	Flora Terrestre de la Cuenca Hidrográfica del Rio Bueno	16
E.	CARACTERÍSTICAS DEL TERRITORIO EN ESTUDIO	17
a.	Clima Sector Rahue Bajo	17
b.	Características Fluviales del Río Rahue	19
c.	Vientos Predominantes	20
d.	Asoleamiento en el Sector de Rahue Bajo	21
F.	DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE SECTOR DE RAHUE BAJO	29
a.	Evaluación Paisajística de Rahue Bajo	30
b.	Componentes del Paisaje Rahue Bajo	30
c.	Elementos del Paisaje Seccional Rahue Bajo	32
d.	Metodología de Análisis del Paisaje	33
e.	Evaluación del Paisaje Visual	33
i.	Unidades de Paisaje	34
ii.	Cuenca Visual	35
iii.	Inventario de Recursos Visuales	36
iv.	Calidad Visual	38
v.	Fragilidad Visual	39
vi.	Capacidad de Absorción Visual (CAV)	39
vii.	Evaluación e Interpretación de los Resultados Obtenidos	40
f.	Características del Río Rahue	42
G.	MECÁNICA DE SUELOS SECCIONAL RAHUE BAJO	43
a.	Objetivo del Estudio de la Mecánica de Suelos	43
b.	Metodología Usada para Evaluar la Mecánica de Suelos	43
c.	Resultados del estudio de Mecánica de suelos	44
d.	Caracterización Geotécnica del Área de Estudio	46
H.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES	47

A. INTRODUCCIÓN

El Diagnóstico Ambiental Estratégico incluye una descripción prospectiva del sistema territorial, con un análisis tanto de los actores claves del territorio como de la problemática ambiental que afecta al área de estudio, y de los potenciales conflictos socio-ambientales detectados en ésta.

B. TERRITORIO OBJETIVO

El proyecto se localiza en la Región de Los Lagos, Provincia de Osorno, Ciudad de Osorno, en el sector Sur de la ciudad de Osorno, Sector Rahue Bajo.

Este predio, se encuentran localizado al poniente del Río Rahue, en el sector del Parque Keim. La I. Municipalidad de Osorno posee un predio de aproximadamente de 47 Hás. y el SERVIU otro adyacente de 21 Hás. El proyecto considera además un predio de un privado de aproximadamente 32 Hás. al lado norte del predio del SERVIU.

El territorio objetivo del proyecto "Barrio Parque Integrado, Sector Rahue Bajo" se localiza en la Región de Los Lagos, Provincia de Osorno, Ciudad de Osorno, sector sur - en predio localizado al poniente del Río Rahue. El sitio queda definido aproximadamente por las siguientes coordenadas UTM:
Punto: Medio
Latitud (S): 40°35`37,73"
Longitud (O): 73°9`40,32"

Abarca 99 hectáreas de terrenos que se compone de:

- 47 hectáreas propiedad del I. Municipalidad de Osorno
- 21 hectáreas propiedad de Serviu
- 32 hectáreas propiedad de un Privado

Figura 1. Ubicación proyecto en la comuna de Osorno.

Fuente: Google Earth, elaboración propia.

C. CARACTERÍSTICAS DEL MACRO TERRITORIO

a. UNIDADES DEL PAISAJE

A partir de la comprensión del contexto natural descrito, nos trasladamos al área de influencia ambiental para definir y caracterizar las unidades del paisaje que conforman la asociación de elementos que se identifican y lo determinan.

Tal como se ha indicado, el área sobre la cual interviene el Instrumento de Planificación corresponde al sector denominado Rahue Bajo, delimitado al sur-oriente por el Rio Rahue, al nor-poniente por Rahue Alto en el borde superior de Ladera, al sur por Avenida Real y al Norte por Av. Chillan, comprendiendo un área total de 99 há.

Figura 3.

Si bien las Unidades del Paisaje definidas corresponden al área de intervención, entendemos que la planificación acerca del manejo y desarrollo de componentes ambientales influyen y se extienden al territorio. El área de estudio comprende el sistema natural del cauce del Rio Rahue, y por tanto la determinación sobre el área de intervención afecta dicho sistema.

El área de influencia ambiental correspondiente se grafica en imagen.

Figura 3.

imagen base Google Earth y elaboración propia

La imagen muestra la configuración de los elementos del macro paisaje que conforman el área de influencia, los cuales corresponden a:

SISTEMA CAUCE RIO, considerando tanto el cuerpo de agua, su ribera y la primera planicie que forma parte del sistema natural del rio, ecosistema contenido de gran valor natural y paisajístico.

SISTEMA DE LADERAS Y QUEBRADAS, establece la delimitación de la sucesión de mesetas o terrazas, determina y contiene el sistema natural del cauce del rio, concentra ejes longitudinales verdes, potenciales corredores que en sus puntos de inflexión generan las quebradas, componentes de importante valor ecológico.

MESETA INTERMEDIA, contiene la terraza intermedia y dentro del radio urbano la ciudad inmediata al río.

MESETA ALTA, contiene la planicie alta, al noreste del radio urbano la ciudad fundacional y en poniente a Rahue alto.
Dentro de este sistema natural se encuentra el polígono del área de estudio, sobre el cual serán definidas la Unidades de Paisaje que lo componen. Estas unidades son las que definen los Factores Críticos de Decisión, permiten evaluar las Opciones de Desarrollo y determinan los componentes principales del Instrumento de Planificación Territorial.

Las unidades del paisaje corresponden a:

Figura 4.

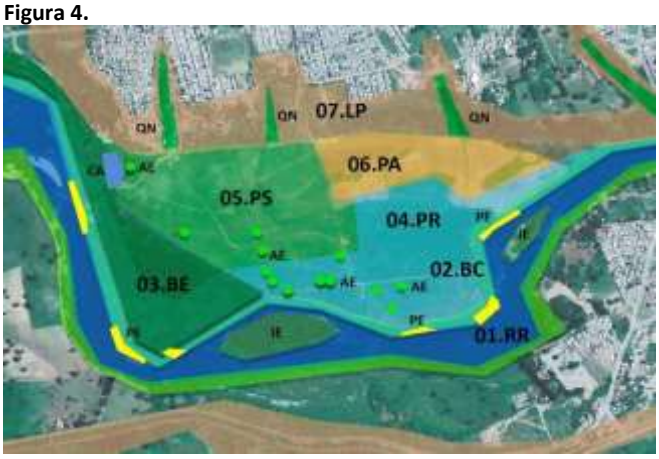


imagen base Google Earth y elaboración propia

La imagen muestra la definición y conformación de las unidades del paisaje en el área de estudio, los cuales corresponden a:

01.RR_rio Rahue, cuerpo de agua correspondiente al principal componente de la asociación natural del área, influye sobre las principales características borde rio, el suelo, la humedad, las flora y la fauna existente.

Esta Unidad adquiere gran visibilidad y relevancia en la conformación del paisaje del área de proyecto. Constituye un sistema hidrológico y ecológico muy importante para la ciudad de Osorno y de gran belleza escénica. El cuerpo de agua además concentra un gran número de especies de fauna lo que enriquece el área en términos de diversidad biológica

02.RB_ribera borde río, interfase entre el cuerpo de agua y la meseta baja. Esta Unidad vegetal está compuesta por un bosque de ribera o sauceda a partir de una franja densa de vegetación por el borde del rio Rahue. Se trata de vegetación silvestre, mezclada con algunos árboles plantados asilvestrados como Salix babylonica (sauce llorón) y Salix viminalis (sauce mimbre) y posiblemente el mismo origen tenga en el área Salix humboldtiana (sauce amargo). Entre los árboles crecen arbustos silvestres como la zarzamora (Rubus ulmifolius) y el maqui (Aristotelia chilensis). Las plantas leñosas alcanzan a un 80-90 % de cobertura de copas. Se encuentra además un denso tapiz herbáceo estacional con alta cobertura, donde predominan las especies exóticas asilvestradas y en la ribera misma, aparecen algunos elementos higrófilos como Juncus sp., entre otras.

Quedan definidos los atributos visuales de esta unidad vegetal, que sin duda conforma un interesante paseo de borde enmarcado por una añosa alameda de frondosos árboles. Esta unidad además de constituir un programa y uso preexistente sirve de hábitat para toda la avifauna presente en el área. En términos visuales este bosque plantado de álamos aporta gran belleza y estacionalidad al paisaje, generando un paisaje dinámico de altos contrastes de colores y texturas en transformación constante.

Complementariamente se descubren lugares de asomo y bajada al agua, denominados como **PE_playa existente**, de gran valor paisajístico. Asimismo, la condición serpenteante del Rahue a conformado en este tramo dos islotes, denominados ***IE_islote*** existente, igualmente de gran valor paisajístico, en ambos casos permitiendo una conexión directa con el principal elemento natural, permitiendo al futuro usuario “meterse” dentro del paisaje.

03.BE_bosque existente, Esta unidad vegetal se caracteriza por la vegetación arbórea plantada, parte del denominado Parque Keim. Presenta alto valor paisajístico a partir principalmente de los añosos álamos que constituyen un área extensa y longitudinal de paseo por el borde del rio Rahue. Estas especies añosas se encuentran en buen estado excepto algunos individuos que presentan debilitamiento de sus ramas generando cierto peligro de desenganches y caídas de ramas para el habitante.

Además, bajo el bosque se encuentran componentes de particular importancia por su presencia histórica en el lugar, tales como el **CM Camping Municipal**, el **VM Vivero Municipal**, y **CA cuerpo de agua** que surge de vertiente existente., que en conjunto con el Bosque le confieren un carácter

de interés muy particular. El Camping constituyo en algún momento un punto de interés social de gran concurrencia que incorpora un valor en la memoria colectiva, componente identitario de gran importancia para la apropiación y la valoración por parte de los futuros habitantes y usuarios de los espacios públicos. El Vivero también es parte de la memoria colectiva, desde el cual se proyectan usos referidos a áreas tanto de producción sustentable y educación ambiental. El cuerpo de agua y la vertiente son elementos de valor natural y potencial paisajísticos.

04.PR_planicie retorno 100 años, corresponde al área redefinida en último estudio realizado por SERVIU, en el cual se determina la línea de inundación para dicho periodo. Si bien en términos de percepción del lugar y su conformación, esta línea no se evidencia ni determina diferencias importantes que determinen carácter particular al resto de la meseta baja, si debe ser considerada como un área diferenciada en su planificación y manejo, al presentar condiciones de inundación en un eventual retorno indicado (saturación del suelo, arrastre y erosión, etc…)

05.PS_planicie pradera silvestre, contempla toda la extensión de **la Meseta Baja**, delimitada entre el área de Bosque existente y los terrenos que han sido plantados agrícolamente. La pradera rustica posee un potencial ambiental y paisajístico, considera una gran variedad de especies nativas silvestres e introducidas que presentan una óptima adaptación a las condiciones físicas del lugar.
Esta zona se complementa con individuos arbóreos correspondientes principalmente a robles, que dado su tamaño deben ser considerados en la planificación. Están denominados como **AE arbol existente**. Estos dos componentes conforman la típica imagen del sur de Chile de extensos campos con algunos árboles dispuestos aleatoriamente.

06.PA_planicie agrícola, parte norte de la meseta baja, desde el pie de monte se extiende hacia el rio, área intervenida por la acción antrópica. Su valor radica en las posibilidades de usos que incorpora posibles desarrollos comerciales sustentables.

07.LP_ladera poniente, componente de gran valor natural, paisajístico y físico-espacial. Como se indicó en la definición del macro paisaje, delimita el sistema natural del cauce del rio, lo cual mantiene las condiciones ambientales contenidas dentro del lugar. La ladera constituye un eje natural de gran potencial para transformarse en corredor ecológico, cuyo valor se incrementa con la presencia de quebradas. Desde el punto de vista perceptual incorpora en toda su extensión un componente de belleza escénica tanto desde los puntos altos generando puntos de interés visual al paisaje como desde toda la meseta baja al constituirse como un biombo vertical natural que contiene el nuevo espacio. La vocación de esta unidad corresponde a un articulador entre lo natural y lo urbano y entre la ciudad consolidada y la nueva, asimismo debe contener los puntos de conectividad entre ambas, tanto vehiculares como peatonales. A pesar de su estado de deterioro actual, ocupado con edificaciones no urbanizadas que generan residuos y aguas servidas vertidas en el lugar (campamentos), convertido incluso en focos de contaminación que se concentra en las quebradas (basurales), aún mantiene su valor natural, transformándose en un claro objetivo de recuperación integral de un componente natural en deterioro, mediante su

transformación en un corredor ecológico que potencie los vacíos verdes urbanos (entre la ciudad antigua y la nueva) extendiendo su vocación a una necesidad ambiental y social.

b. Clima en marco regional

El clima de la Región es de tipo **templado lluvioso con influencia mediterránea.** Las precipitaciones anuales varían entre los 1500 mm en la Depresión Intermedia y 4000 mm en las cuencas cordilleranas, las que se concentran en el período de mayo a septiembre (CIREN, 1994; Villagrán, 1993). El aumento de la precipitación anual con la variación de altitud del terreno ha sido estimado en unos 1300 mm/km. Los vientos dominantes son del Oeste y Sur durante el verano, y del Norte en invierno.

En términos anuales la temperatura media del área es bastante estable, con gradientes negativos hacia el sur, variando entre los 9 y 11 °C para alturas inferiores a los 300 msnm. No obstante, el efecto oceánico, toda el área presenta períodos con heladas entre abril y septiembre, las que aumentan alejándose del litoral.

Entre los meses de octubre a marzo se presenta un leve déficit hídrico. Los factores limitantes son prolongados períodos de heladas y heladas tardías, las intensas precipitaciones pluviales concentradas en parte del otoño e invierno y la alta erosividad de las lluvias las que alcanzan a más de 370 Kg.m/m^2 (Wischmeier y Smith, 1978; Iroumé *et al*, 1989; Menzel, 1993).

De acuerdo a antecedentes de CIREN (1994), los bosques siempreverdes de la X Región ocupan geográficamente lo que se define como microregiones N° 1008, 1007, 1023, 1026, las que corresponden a las zonas climáticas N° 3, 4, 5 y 6. Los parámetros que caracterizan estas zonas se resumen en el cuadro 1.

Tabla 1. Parámetros climáticos de las microregiones del área de estudio (CIREN, 1994)

Parámetros climáticos	**Unidad**	**Zonas climáticas**			
		3	**4**	**5**	**6**
Temperatura máxima	°C	14,9	11,5	15,6	13,5
Temperatura mínima	°C	5,9	2,9	6,7	6,6
Temperatura media	°C	10,0	6,9	10,6	9,6
Radiación solar	cal/cm^2/día	300	282	267	252
Precipitación total anual	mm	2427	3991	2506	2667
Humedad relativa	%	81	78	84	87
Evapotranspiración potencial	mm	724	576	665	583
Déficit hídrico	mm	8	0	10	0
Excedente hídrico	mm	1712	3415	1815	2084
Número anual de heladas	n°	19	85	9	13
Período de receso vegetativo	días	173	286	151	184
Días libres de helada	días	213	67	268	246

i. Climatología de la Cuenca del rio Bueno

La cuenca del río Bueno presenta dos tipos climáticos: Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea (en el sector centro y bajo de la cuenca) y Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea (sector precordillerano):

• Clima templado cálido lluvioso con influencia mediterránea: Este tipo climático se encuentra en la IX y X regiones, desde la cuenca del río Cautín hasta el norte de la ciudad de Puerto Montt.

• Clima templado frío lluvioso con influencia mediterránea: este tipo climático se presenta en la zona cordillerana de las regiones VIII, IX y sector norte de la X región

c. Relieve y Geomorfología

La Cordillera de la Costa se presenta baja y ondulada en la parte norte, recibiendo el nombre de Cordillera de Mahuidanche, descendiendo en altura hacia el sur hasta ser interrumpida por el rio Valdivia. Desde aquí al sur, hasta el rio Maullin, la cordillera recibe las denominaciones de Pelada y de Zarao, preentandose un poco mas robusta, lo cualva a ejercer un importante efecto de biombo climático sobre las localidades de la depresión intermedia, particularmente La Union, Osorno y Rio Negro. Al sur del canal de Chacao, en la isla de Chiloe, la cordillera de la costa recibe el nombre de Piuché. Las planicies litorales tienen escaso desarrollo a lo largo de la región, solo alcanzan importancia en las cercanías de Maullin, para porteriormente desaparecer en las aguas del Canal de Chacao.

d. Hidrografía

Las principales cuencas del área corresponden a los ríos Valdivia, Bueno, Llico, Maullín, Petrohué, Puelo y Yelcho. Estas incluyen numerosos e importantes cuerpos de agua y no presentan déficit de balance hídrico, lo cual genera una red de drenaje abundante en toda la región (REG, 1984). Debe mencionarse que existen zonas planas con problemas de drenaje y donde la napa freática se ubica a nivel superficial, denominadas ñadis.

A pesar de la disponibilidad de agua en las cuencas, debido al crecimiento de la actividad económica y al cambio de cultivos tradicionales de secano a cultivos bajo riego, en algunas subcuencas se encuentran suspendidas nuevas autorizaciones de uso de las aguas superficiales por encontrarse totalmente asignadas (Gayoso *et al*, 1994). Esto lejos de ser un problema de escasez de agua se trata de un problema de administración del recurso agua, en una zona que tradicionalmente ha tenido abundancia.

El agua de estas cuencas en general es muy pura, salvo en parte del río Valdivia (Niemeyer, 1982).
Los mayores problemas de calidad de agua que afectan a los ríos y lagos del área, se deben principalmente a las descargas domésticas con escaso o ningún tratamiento, descargas de residuos

industriales líquidos, deforestación o prácticas agrícolas con uso de fertilizantes, herbicidas e insecticidas.

La hoya andina del río Bueno forma parte de la X Región de Los Lagos, con 15.367 km2 de extensión, es la quinta cuenca de Chile en atención a su tamaño. En su tercio oriental existe una gran densidad de lagos de variadas dimensiones, quizás la más profusa de estos cuerpos de agua en todo el territorio nacional. Destacan por sus superficies los lagos Ranco, Puyehue y Rupanco.

Uno de los principales tributarios del rio Bueno es el Rio Rahue que le afluye también por su ribera sur a 40 km. de su desembocadura en el mar. El rio Rahue nace en el extremo poniente del lago Rupanco y en sus márgenes del curso medio se levanta la ciudad de Osorno, en pleno Valle Central. Hasta su junta con el río Negro, que es su principal tributario, tiene una dirección general al WNW; más a partir de dicho punto toma dirección franca al N, aunque ofrece varias curvas en todo su recorrido. En su curso superior corre rápido y encajonado; en el inferior en cambio es lento y navegable por embarcaciones menores. En este sector se produce una separación en dos brazos. La longitud del Rahue, bautizado también como "río de las canoas" por don García Hurtado de Mendoza en 1558, es de 120 km.

i. Hidrogeología Cuenca Río Bueno

La cuenca hidrográfica del río Bueno se extiende desde la latitud 39º50' hasta la latitud 41º05' Sur. En la parte alta destaca la existencia de formaciones rocosas de origen sedimento volcánicos del período Terciario y Cuaternario y rocas intrusivas pertenecientes a los períodos Jurásico - Terciario. Destacan los volcanes Puyehue, Carrán, Osorno y Casablanca como importantes formadores del relieve de esta cuenca, así como las glaciaciones acontecidas durante el período Cuaternario[1].

Las infiltraciones de aguas escurren por el subsuelo principalmente hasta los cuerpos lacustres de Maihue, Ranco, Huishué, Constancia, Puyehue y Rupanco. Las aguas de estos lagos se infiltran a través del material morrénico originando una fuente constante de abastecimiento del acuífero.

En el sector del valle central escurren dos acuíferos: uno en dirección NWW paralelo a los ríos Pilmaiquén y Rahue y el otro lo hace en dirección SSW, hasta juntarse ambos con el acuífero de la cuenca del río Maullín por el sur. El medio por el cual escurre el acuífero es material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial, consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad.

[1] MOP, Ministerio de Obras Públicas, 2017.Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile

Destaca la baja profundidad del acuífero que se mantiene hasta su desembocadura con profundidades de 2 a 3 metros. En las cercanías de la ciudad de Osorno destaca una extensa área de aguas surgentes entre los ríos Pilmaiquén y Rahue.

Figura 6. obtenida desde el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA, representa las características hidrogeológicas generales de la cuenca del río Bueno.

Fuente: MOP, Dirección General de Aguas. Mapa Hidrogeológico de Chile

ii. Geomorfología Cuenca Río Bueno2

La geomorfología de la cuenca se caracteriza por la presencia de cinco rasgos geomorfológicos bien definidos: 1) Cordillera volcánica activa, 2) Lagos de barrera morrénica, 3) Llano central con morrenas y conos de solifluxión periglacial, 4) Cordillera de la costa y 5) Planicies fluviomarinas.

1) **La cordillera volcánica activa** se caracteriza por la presencia mayoritariamente de sierras y cordilleras que se empina entre los 1.000 y 1.500 m. Se define como un relieve fuertemente rebajado por la erosión de los glaciales y ríos. Los conos volcánicos aparecen entremezclados con algunas cumbres no volcánicas como los volcanes Puyehue, Casa Blanca y Cerro Puntiagudo.

2) **Los lagos de barrera morrénica** que se encuentran en la cuenca son: Ranco, Maihue, Puyehue y Rupanco. Todos estos lagos, morfológicamente denotan un antecedente glacial que ha sido preservado por morrenas glaciales. Desde la morrena caen hacia el Llano Central, planos inclinados fuertemente sometidos a la acción erosiva de las aguas de esteros y arroyos. Todos estos lagos se presentan encadenados de este a oeste por río receptores y emisarios. Los primeros, se caracterizan por la abundante carga de materiales que arrastran y que finalmente depositan en el lago, su nivel de base local.

[2] http://www.sinia.cl/1292/articles-31018_Bueno.pdf

Los ríos emisarios son de aguas limpias y salen desde los grandes lagos en dirección al océano Pacífico, nivel de base absoluto.

3) **El llano central** se caracteriza por una topografía fuertemente ondulada y los ríos se profundizan enérgicamente formando cada uno de los sistemas fluviales, una importante barrera al desarrollo de las comunicaciones. Otro rasgo que caracteriza este Llano central de la región periglacial y lacustre, es la presencia de un relieve muy estrecho que encadena las cordilleras de los Andes y de la Costa.

4) **La cordillera de la costa** presenta características de un cordón costero que no trasciende sino en algunos puntos la cota de 600 m, es así como al sur del río Cholguaco, 50 km al SW de Osorno, se levanta una altura sin topónimo conocido y que alcanza a 945 m. A pesar de su poca relevancia, este cordón tiene importancia como biombo climático para el sector La Unión, Río Bueno y Río Negro, determinando una atenuación en el efecto húmedo de los vientos del oeste y favoreciendo un dominio de los ecos vientos del sur. A este sector del relieve costero se le denomina Cordillera Pelada.

5) **La planicie fluviomarina** se encuentra circunscrita a pequeñas playas ininterrumpidas por acantilados procedentes de la cordillera costera en sitios como: Bahía Mansa y desde Punta Capitanes hasta Maullín.

D. ESTUDIO Y CATASTRO DE LA FLORA Y VEGETACION

a. Marco Regional Flora

La enorme variación del medio ambiente en la X Región conduce a una gran diversidad florística (Quintanilla, 1974; Ramírez y Figueroa, 1987; Donoso, 1989). De acuerdo con Meneses y Gayoso (1995), basado en el análisis de bosques de la zona sur de la X Región, el componente ambiental flora está formado por 119 especies: una hepática, cinco musgos, 21 helechos, tres gimnospermas (árboles aciculifolios), 67 dicotiledóneas (especies planifolias) y 22 monocotiledóneas (plantas de hoja angosta).

Cuadro 2. Flora de la X Región, área de bosques siempreverdes

Grupo	Especie (Nombre común)
Hepáticas	*Marchantia berteroana* (Marchantia)
Musgos	*Dendroligotrichum dendroides* (Musgo pinito)
	Hypopterigium thouinii (Paragüita del sapo)
	Rigodium implexum (Lana del pobre)
	Sphagnum magellanicum (Esfagno)
	Weimouthia mollis
Helechos	*Asplenium dareoides* (Apio del monte)
	Blechnum magellanicum (Quil-Quil)
	Blechnum blechnoides (Palmilla)
	Blechnum chilense (Costilla de vaca)
	Blechnum penna-marina (Punke)

	Gleichenia litoralis (Hierba loza)
	Hymenoglossum cruentum (Sanguinaria)
	Hymenophyllum caudiculatum (Helecho película)
	Hymenophyllum dentatum (Helecho película)
	Hymenophyllum krauseanum (Helecho película)
	Hymenophyllum pectinatum (Helecho película)
	Hymenophyllum peltatum (Helecho película)
	Hymenophyllum plicatum (Helecho película)
	Hymenophyllum secundum (Helecho película)
	Hymenophyllum sesilifolium (Helecho película)
	Hymenophyllum tunbridgense (Helecho película)
	Hypolepis rugosula (Palmilla de hualve)
	Lophosoria quadripinnata (Ampe)
	Polypodium feuillei (Hierba del lagarto)
	Polystichum chilense (Pesebre)
	Serpyllopsis caespitosa (Helecho película)
Gimnospermas	*Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de las Guaytecas)
	Podocarpus nubigenus (Manió macho)
	Saxegothaea conspicua (Manió hembra)
Dicotiledóneas	*Amomyrtus luma* (Luma)
	Caldcluvia paniculata (Tiaca, Triaca)
	Dasyphyllum diacanthoides (Palo santo)
	Drimys winteri (Canelo)
	Embothrium coccineum (Notro)
	Eucryphia cordifolia (Ulmo)
	Gevuina avellana (Avellano)
	Laureliopsis philippiana (Tepa)
	Lomatia ferruginea (Fuinque)
	Luma apiculata (Arrayán)
	Myrceugenia ovata (Pitrilla)
	Myrceugenia planipes (Picha-picha)
	Nothofagus nitida (Coihue de Chiloé)
	Nothofagus dombeyi (Coihue)
	Tepualia stipularis (Tepú)
	Weinmannia trichosperma (Tineo)
	Baccharis magellanica (Radín)
	Baccharis racemosa (Vautro)
	Baccharis sphaerocephala (Chilca)
	Berberis buxifolia (Calafate)
	Berberis darwinii (Michay)
	Berberis hilicifolia (Michay grande)
	Crinodendron hookerianum (Chaquihue)
	Desfontainia spinosa (Taique)
	Fuchsia magellanica (Chilco)
	Gaultheria phyllireifolia (Chaura)
	Luma gayana (Chin-chin)
	Myrceugenia chrysocarpa (Pitrilla dorada)
	Myrceugenia parviflora (Petrilla)
	Misodendron angulatum (Injerto)
	Nothofagus antarctica (Ñirre)
	Ovidia pillopillo (Lloime)
	Pernettya insana (Hued-hued)
	Pernettya linifolia (Chaura)
	Pernettya mucronata (Chaura)
	Pernettya poeppigii (Chaurilla)

	Pernettya pumila (Chaurilla)
	Rhaphithamus spinosus (Huayún)
	Ribes magellanicum (Zarzaparrilla)
	Rubus geoides (Miñe-miñe)
	Senecio otites (Tutuco)
	Ugni molinae (Murtilla)
	Campsidium valdivianum (Voqui bejuco)
	Elytropus chilensis (Quilmay)
	Ercilla sincarpellata (Voqui auca)
	Griselinia racemosa (Yelmo)
	Griselinia ruscifolia (Yelmo)
	Hydrangea serratifolia (Laurela)
	Mitraria coccinea (Botellita)
	Pseudopanax laetevirens (Curaco)
	Acaena ovalifolia (Cadillo)
	Anemone hepaticifolia (Anemona)
	Dysopsis glechomoides (No conocido)
	Gnaphalium cheirantifolium (vira-vira)
	Gunnera tinctoria (Pangue)
	Myrteola barneoudii (Huarapo)
	Nertera granadensis (Chaquirita del monte)
	Ranunculus minutiflorus (Botón de oro)
	Senecio acanthifolius (Senecio)
	Asteranthera ovata (Estrellita)
	Sarmienta repens (Medallita)
	Desmaria mutabilis (Quintral del tineo)
	Eremolepis verrucosa (Injerto)
	Lepidoceras kingii (Injerto de la tepa)
	Tristerix tetrandrus (Quintral del maqui)
	Drosera uniflora (Rocío de sol)
	Pinguicula antarctica (Violeta del pantano)
Monocotiledóneas	*Chusquea nigricans* (Quila enana)
	Chusquea uliginosa (Taihuén)
	Fascicularia bicolor (Poe)
	Philesia magellanica (Coicopihue)
	Chusquea quila (Quila)
	Luzuriaga marginata (Coralito)
	Luzuriaga polyphylla (Azahar del monte)
	Luzuriaga radicans (Coralito)
	Carex canescens (Cortadera blanca)
	Carex magellanica (Cortadera)
	Carpha alpina
	Codonorchis lessonii (Azucena del campo)
	Juncus procerus (Junquillo)
	Juncus scheuchzerioides (Junquillo)
	Marsippospermum grandiflorum (Quilmén)
	Oreobulus obtusangulus
	Schoenus rhynchosporoides
	Scirpus inundatus (Can-cán)
	Uncinia phleoides (Clin-clín)
	Uncinia tenuis (Clin-clín)
	Uncinia erinacea (Clin-clín chico)
	Greigia landbeckii (Ñocha)

Fuente: Meneses y Gayoso (1995)

Prácticamente todas las especies de la X Región son endémicas, es decir, están representadas únicamente en el Centro-Sur y Chile Austral y en el extremo Sur de Argentina (Brion *et al*., 1992). Sus áreas de distribución son bastante restringidas, por lo que pueden ser afectadas con facilidad por cambios ambientales. Sin embargo, ninguna de las especies vegetales prospectadas tiene problemas de conservación. Lo anterior significa que las poblaciones de ellas son bastante abundantes, como para que corran peligro de extinción. Ninguna de ellas se encuentra en los listados de flora en peligro, preparados por la Corporación Forestal Nacional de Chile (Benoit, 1989).

b. Vegetación

Según Oberdorfer (1960) se distinguen dos grandes formaciones vegetales: bosques laurifolios templados (Wintero-Nothofagetea) y bosques caducifolios subantárticos (Nothofagetea-pumilionis-antarcticae). Dentro de los bosques laurifolios es posible distinguir tres tipos forestales: Bosque Valdiviano o Siempreverde (38-43°LS), Bosque Nordpatagónico (43-47°S) y Bosque Subantártico (47-55°S)

El bosque laurifolio valdiviano o siempreverde se distribuye preferentemente a lo largo de la Depresión Intermedia y faldeos de ambas cordilleras, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 800 m de altitud. Es un bosque rico en especies arbóreas (a lo menos 21) y el más heterogéneo en lo que respecta a asociaciones florísticas y composición del dosel. La altura del dosel arbóreo usualmente sobrepasa los 30 metros. Las epifitas, principalmente helechos, musgos y líquenes, son extraordinariamente abundantes sobre los troncos en pie y en el suelo (Villagrán, 1993).

Los bosques del tipo forestal siempreverde son parte de los bosques templado-lluviosos de esta zona, representando un tipo de ecosistema único caracterizado por la alta pluviosidad. Cabe destacar que Chile posee la cuarta parte del área de bosques lluviosos templados en todo el mundo. En la latitud sur 40° se concentra la mayor diversidad de especies arbóreas, tipos forestales y endemismos. La concentración de la riqueza de especies forestales en un área tan restringida se debe a que en esta área subsistieron condiciones más estables durante el Cuaternario.

Se distinguen asociaciones forestales dentro de este bosque: bosque mixto de roble-laurel-lingue (Nothofago-Perseetum); bosque de olivillo (Aextoxiconetum); bosque de coigüe-ulmo (Dombeyo-Eucryphietum); bosque coigüe-tineo y avellanillo (Lomatio-Weinmannietum). La gran diversidad de los bosques siempreverde ha hecho que se intente una división de ellos en cinco subtipos (Donoso, 1981): a) Ñadis, b) Olivillo costero, c) Siempreverde con intolerantes emergentes, d) Siempreverde de tolerantes, e) Renovales de canelo.

c. Flora Terrestre de la Cuenca Hidrográfica del Rio Bueno

La flora terrestre de la cuenca, se caracteriza por la presencia de las siguientes comunidades vegetales: Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque siempreverde de la cordillera Pelada, Bosque caducifolio del sur (Valle central), Bosque laurifolio de los Lagos (Precordillera Andina), Bosque caducifolio alto andino Húmedo sector cordillera andina):

En la macrozona del valle central donde se amplaza la ciudad de Osorno, la comunidad vegetal corresponede al **Bosque caducifolio del sur** ó Bosque caducifolio del Llano, *Gajardo. 1995*. Este se extiende al sur de la IX Región ocupando la depresión central sobre un relieve plano o de lomajes morreicos y en las laderas de ambas cordilleras. Dentro de la región ecológica respectiva es una situación más favorable en cuanto a precipitaciones motivo que permite un gran desarrollo de la vida vegetal; ha sido reemplazado casi totalmente por cultivos y praderas, encontrándose sólo en condiciones marginales y en un estado modificado. En su composición florística intervienen muvchas especies típicamente laurifolias: Roble – Laurel (Nothofagus obliqua - Laurelia sempervirens), Roble – Mañío de hojas largas (Nothofagus obliqua-Podocarpus saligna), Olivillo-Laurel (Aextoxicom punctatum - Laurelia sempervirens), Murra – Espinillo (Rubus ulmifolius – Ulex europaeus), Pasto miel – Piojillo (Holcus lanatus – Agrostis tenuis), Mostacilla – Pasto Ovillo (Sisymbrium officinale – Dactylis glomerata), Llantén – Piojillo (Plantago major – Poa annua), Contrahierba – Plagiobotris (Gratiola peruviana – Plagiobothrys pratense) y Unquillo – Lotera (Juncus procerus – Lotus *corniculatus*).

La flora acuática de la región está representada por las especies descritas en la siguiente lista:

Tabla 3. Flora Acuatica presente en la Cuenca del rio Bueno.

Nombre Común	Nombre científico
Ranunculo de agua	*Ranunculus chilensis*
Ponito de agua	*Myriophyllum aquaticum*
Pelo de agua	*Cladophora sp*
Hualtata, llanten de agua	*Alisma lanceolatum*
Berro	*Nasturtium officinalis*
Luchecillo	*Egeria densa*
Hierba de la plata	*Equisetum bogotense*
Helecho	*Equisetum fluviastile*
Boton de oro	*Ranunculus repens*
Huencheco	*Callitriche palustris*
Nomeolvides	*Veronica anagallis-aquatica*
Duraznillo	*Polygonum sp*
Duraznillo de gua	*Ludwigia peploides*
	Melosira granulata

	Spirogira protecta
	Tolipothryx taenuis

E. CARACTERÍSTICAS DEL TERRITORIO EN ESTUDIO

a. Clima Sector Rahue Bajo

En Osorno, como en gran parte de la Región de Los Lagos predomina el clima oceánico, con una alta pluviosidad en los meses de invierno, dando paso a una primavera rica en colorido y aromas de su exuberante vegetación. La temperatura media anual es de 11 °C con una media en verano de 15,2 °C, si bien puede llegar a 33 °C, y de 7 °C en invierno, pudiendo bajar a -7 °C. La ciudad también ha tenido que sufrir temperaturas extremas que han llegado a los 38 °C en verano y en invierno a los - 15 °C.

En el Sector de Rahue Bajo el clima es cálido y templado con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger[3] el clima se clasifica como Cfb. En Rahue Bajo, la temperatura media anual es de 11.4 ° C. Con precipitaciones promedios 1353 mm. la cual se muestran en la **Figura 2**. El mes más seco es enero, con 44 mm. La mayor parte de la precipitación cae durante el mes de julio, promediando 207 mm. El mes más caluroso del año con un promedio de 15.6 °C es durante enero. Julio es el mes más frío, con temperaturas promedio de 7.8 ° C.

El mes de enero es el mes más cálido del año. La temperatura promedio durante el mes de enero es de 15.6 °C. Las temperaturas medias más bajas del año se producen el mes de julio, cuando está alrededor de los 7.8 °C. El diagrama de temperaturas anual se muestra en la **Figura 3**.

[3] https://es.climate-data.org/location/149423/ Consultado el 16/09/2017.

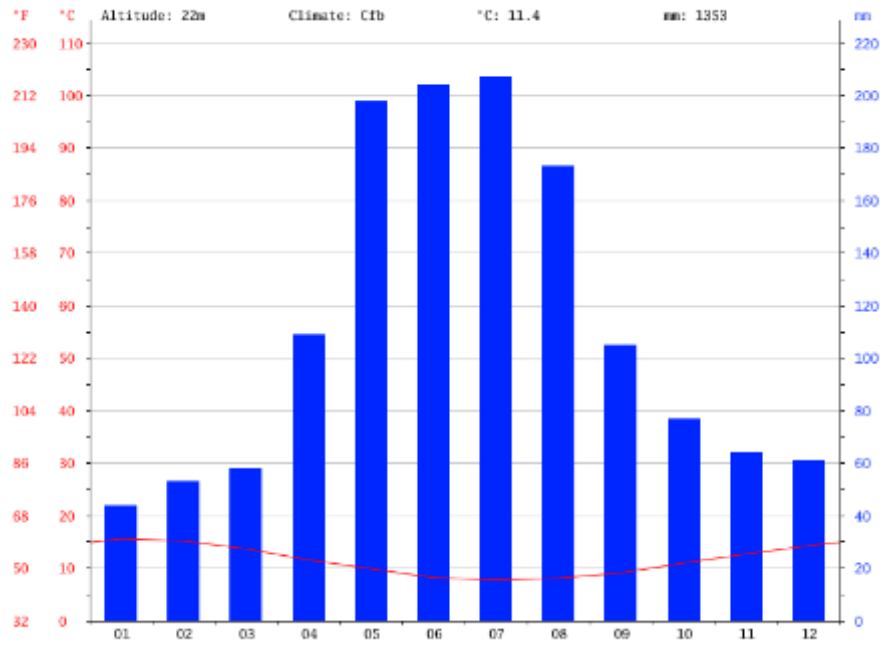


Figura 2. Climograma localidad de Rahue Bajo. Bloques azules, indican precipitaciones anuales en mm. Línea roja, indica temperaturas promedio anual.

Fuente: Climate Data

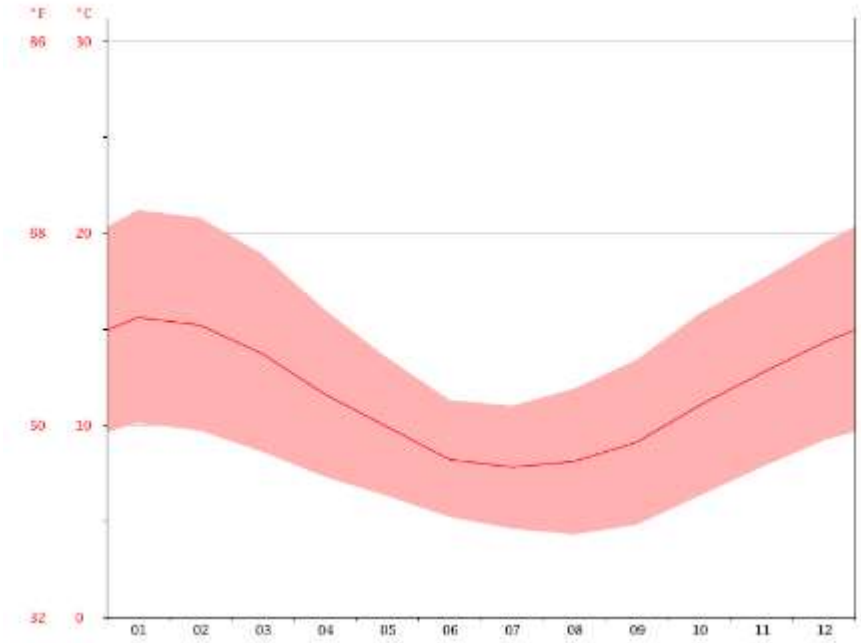


Figura 3. Diagrama de temperatura Localidad de Rahue Bajo. Líneas rojas, indica variación de la temperatura anual.

Fuente: Climate Data

Hay una diferencia de 163 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos. La variación en las temperaturas durante todo el año es 7.8 °C.

En la **tabla 3**, se muestra la tabla climática para la ciudad de Osorno. Datos históricos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile[4]. Se indica para cada mes datos sobre precipitación total (mm), temperatura media, máxima y mínima en grados Celsius y la humedad relativa del aire (%).

Tabla 3 Tabla climática para la ciudad de Osorno.

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	36.1	33.5	33.9	29.0	21.6	25.3	20.2	25.7	24.4	26.9	29.0	31.5	**36.1**
Temp. máx. media (°C)	22.0	22.0	19.8	16.2	13.1	10.7	10.3	11.6	13.7	15.9	18.0	20.4	**16.1**
Temp. media (°C)	17.8	17.2	15.4	12.4	10.1	7.9	7.6	8.6	10.4	12.4	14.4	16.7	**12.6**
Temp. mín. media (°C)	10.6	9.6	8.4	6.9	6.4	4.4	4.2	4.3	5.2	6.8	8.4	10.3	**7.1**
Temp. mín. abs. (°C)	0.3	-0.8	-3.1	-5.2	-7.6	-9.8	-13	-10.4	-7.4	-3.0	-1.6	-0.2	**-13**
Precipitación total (mm)	48.9	51.3	63.3	111.3	195.9	213.5	189.9	152.4	102.1	81.8	58.8	58.5	**1327.7**
Humedad relativa (%)	71	73	78	85	87	89	88	85	80	77	74	72	**80**

Fuente. Dirección Meteorológica de Chile.

b. Características Fluviales del Río Rahue

El río Rahue presenta un régimen pluvial, con sus mayores caudales en el período invernal y los menores durante el período estival. Es un importante tributario del río Bueno, afluyendo por la ribera sur de este río a 40 km de la desembocadura del río Bueno en el mar.

El río Rahue nace en el extremo poniente del lago Rupanco y en sus márgenes del curso medio se levanta la ciudad de Osorno, en pleno Valle Central. En su curso superior corre rápido y encajonado; en el inferior en cambio es lento y puede ser navegable por embarcaciones menores.
Los principales tributarios del río Rahue son:

- El río Coihueco, el primer afluente ubicado en el curso superior del Rahue, que desarrolla su caudal en el lago Rupanco; el cual se origina en la falda del volcán Puntiagudo.
- El río Negro, el cual proviene directamente del sur y se junta con el río Rahue a unos 8 km. agua arriba de Osorno; siendo su principal afluente.
- El río Damas , proveniente del oriente, y cuyas cabeceras se sitúan entre los extremos orientales de los lagos Puyehue y Rupanco; juntándose con el río Rahue en la ciudad de Osorno.

El río Rahue se dirige por lo general al oeste hasta su reunión con el río Coihueco; de aquí, toma al noroeste, recibe por la izquierda el Río Negro, vuelve al nor-noroeste, se incorpora, en la ciudad de

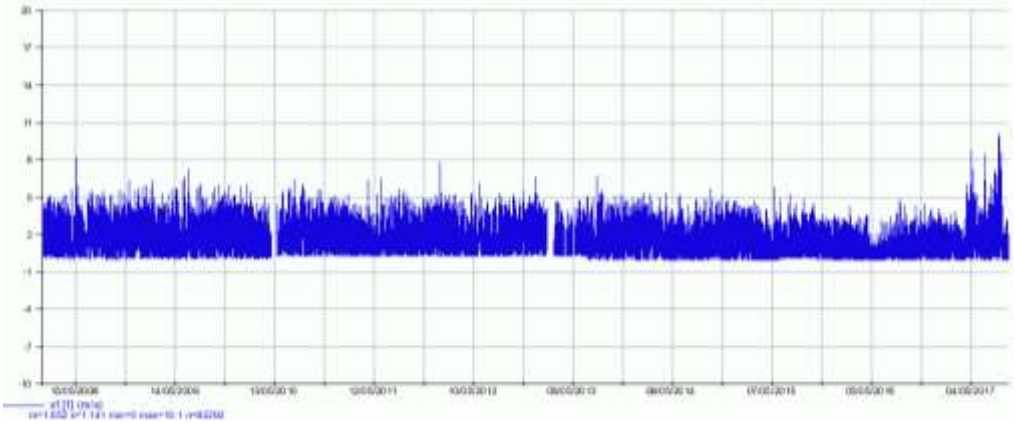
[4] Estadística Climatológica Tomo I. Dirección General de Aeronáutica Civil. Marzo 2001. Pp. 488-588.

Osorno, con el río Damas, que le viene por la derecha, y posteriormente continua su marcha hacia el norte para juntarse con el río Bueno.

c. Vientos Predominantes

A partir del mes de enero del año 2008, el Ministerio del Medio Ambiente a través del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)[5] ha registrado *on line* diferentes parámetros meteorológicos en diferentes ciudades a lo largo de Chile, para evaluar las condiciones del aire.
En la ciudad de Osorno se encuentra instalada una estación meteorológica en las coordenadas 659217 E; 5505665 N, cercana al Sector de Rahue Bajo, la cual registra la velocidad y dirección del viento.
Registrandose una velocidad del viento media de 5.94 Km/h y una máxima de 36.36 Km/h. a una altura de 10 metros. La dirección del viento en los últimos 365 días fue en dirección Norte, Noreste a 10m de altura. Esto queda reflejado en las figuras 4 y 5 respectivamente.

Figura 4. Velocidad media del viento registrada a 10m de altura desde enero de 2008 hasta septiembre de 2017.



Fuente: Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINCA).

[5] http://sinca.mma.gob.cl/index.php/estacion/index/id/180. Consultado en septiembre 2017.

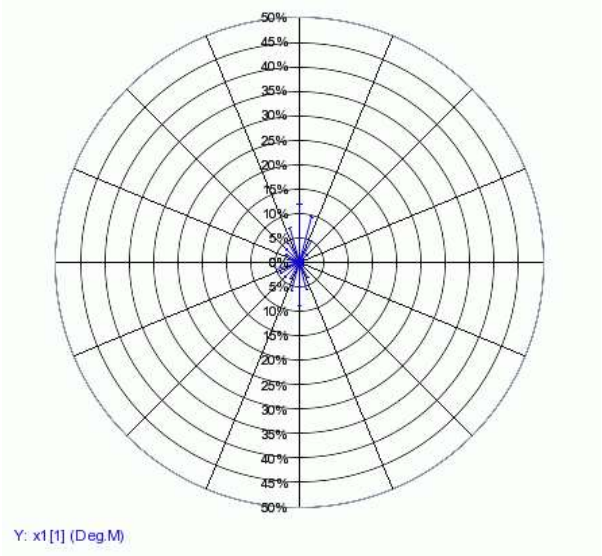


Figura 5. Dirección del viento registrada a 10m de altura en los últimos 365 días.

Fuente: Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINCA).

d. Asoleamiento en el Sector de Rahue Bajo

El asoleamiento dentro del ámbito de la arquitectura sustentable no sólo obedece al hecho de que el sol es la base de toda manifestación climática; sino también a la importancia que el conocimiento de sus ángulos de incidencia tiene en forma práctica en el diseño general de un edificio y en la evaluación de ganancias térmicas por radiación de los materiales.

Las herramientas de Diseño, que permiten la optimización de un proyecto en relación con el asoleamiento o la verificación de su comportamiento, responden a 3 situaciones:
Diseño urbano y arquitectónico, para asegurar asoleamiento en invierno, básicamente a través del control de las proporciones de los espacios entre los edificios.

Diseños de elementos de protección solar que permiten aprovechar el sol en invierno y protegerse de él en verano.

Diseño de la forma del edificio, de elementos constructivos y sistemas solares según la intensidad de la radiación solar.

Para todo lo anterior, se deben tener en cuenta ciertos conceptos generales, como los tipos de movimientos de la Tierra (rotación, traslación y precesión) y los efectos que estos generan.

El grado de soleamiento estará dado por la topografía del sector. Según el informe de mecánica de suelos **IT/S-10715** [6] En el Sector de Rahue Bajo, al lado noroeste se encuentra una ladera con un grado de pendiente alto, las cuales proporcionan una condición de inestabilidad debido a que dichas laderas se encuentran desprotegidas de vegetación y taludes de considerable altura.

Imagen 3: Planicies del terreno en estudio, Seccional Rahue Bajo y laderas colindantes.

[6] LEPUCV, Laboratorios de Ensayos. 2015. INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715. "Estudios Previos Plan Maestro Barrio Parque, Comuna de Osorno"

Imagen 4. Sector de laderas en el Sector de Rahue Bajo.

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

Para evaluar el grado de asoleamiento en el Sector de Rahue Bajo, se utilizó la herramienta que brinda el Software Google Earth por medio de imágenes en los equinoccios de primavera y otoño y en los solsticios de verano e invierno para una obtener una interpretación grafica del sector.
Para ello se registran para cada uno de los equinoccios y solsticios las imágenes a las 12.00 pm y a las 18.00 pm con el propósito de estandarizar y evaluar el asolamiento del sector de Rahue Bajo.
Solsticio de Invierno; La imagen 5 muestra el grado de asolamiento del sector de Rahue Bajo a las 12.00 pm, mientras que la imagen 6 muestra el grado de asolamiento a las 18.00 pm.

Es posible ver que a las 18.00 pm (imagen 6) se presenta una sombra el sector de la ladera al lado Este, debido a la posición del sol (crepúsculo). En este caso la ladera ensombrece la planicie.

Imagen 5. Solsticio de Invierno. Imagen 12.00 pm medio día.

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 6. Solsticio de Invierno. Imagen 18.00 pm crepúsculo.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Solsticio de Verano</u>; Al contrario, las imágenes 7 y 8 muestran el grado de asolamiento a las 12.00 pm, y a las 18.00 pm. respectivamente.

Es posible ver que, en ambas imágenes, a las 12.00 pm (imagen 7) y a las 18.00 pm (imagen 8) el grado de asolamiento es mayor y difícil de distinguir entre ellos. Tanto la ladera, como la planicie están asoleadas.

Imagen 7. Solsticios de Verano. 12.00 pm medio día.

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 8. Solsticios de Verano. 18.00 pm. durante la tarde.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Equinoccio de Otoño</u>; Las imágenes 9 y 10 muestran el grado de asolamiento a las 12.00 pm, y a las 18.00 pm. respectivamente, pero en el equinoccio de otoño, el cual es regularmente entre los días 20 y 21 de marzo de cada año.

Es posible ver que, en ambas imágenes, a las 12.00 pm (imagen 9) y a las 18.00 pm (imagen 10) hay un buen grado de asolamiento. Sin embargo, es posible ver que en la imagen 8 la ladera comienza a presentar sombra.

Imagen 9. Equinoccio de Otoño. Imagen a las 12.00 pm medio día.

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 10. Equinoccio de Otoño. Imagen a las 18.00 pm atardecer.

Fuente: Elaboración propia.

<u>Equinoccio de Primavera</u>; Las imágenes 11 y 12 muestran el grado de asolamiento a las 12.00 pm, y a las 18.00 pm. respectivamente, en el equinoccio de primavera, el cual ocurre regularmente entre los días 22 y 23 de septiembre de cada año.

Es posible ver que, en ambas imágenes, a las 12.00 pm (imagen 11) y a las 18.00 pm (imagen 12) hay un buen grado de asolamiento. Sin embargo, es posible ver que en la imagen 10 a las 18.00 pm sobre la ladera comienza a presentarse una tenue sombra.

Imagen 11. Equinoccio de Primavera. Imagen a las 12.00 pm medio día.

Fuente: Elaboración propia.

Imagen 12. Equinoccio de Primavera. Imagen a las 18.00 pm atardecer.

Fuente: Elaboración propia.

En base a la análisis y evaluación de las imágenes (imágenes 5 - 12) es posible concluir que el mayor asoleamiento se presenta durante el periodo estival, específicamente durante el solsticio de verano (imagen 7 y 8). Por otro lado, el menor asoleamiento de la superficie en estudio se presenta en el periodo de invierno (solsticio de invierno) esto se puede observar con mayor nitidez en la imagen 6.

Sin embargo, es posible observar que, en los periodos de equinoccio, tanto de verano, como en invierno a las 18.00 hrs. de la tarde comienza a oscurecer en la pendiente de la ladera, en su lado Este. Esto se debe principalmente a la posición y orientación del sol con respecto a la ladera (imágenes 10 y 12).

F. DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE SECTOR DE RAHUE BAJO

El Seccional Barrio Parque Integrado, Sector Rahue Bajo se encuentra inmerso en un territorio de gran potencial y de belleza del paisaje, donde el Parque Arnoldo Keim y al río Rahue le otorgan carasteristicas paisajisticas particulares. La condición incomparable que presenta el Sector de Rahue Bajo en torno al parque y al río Rahue ofrece una oportunidad especial para la planificación de la ciudad, de tal forma que se pueda generar una integración de las áreas verdes naturales y de la comunidad.

Desde la perspectiva y escala del análisis del paisaje, el sitio se encuentra inmerso dentro de la Macrozona Sur en la Sub Zona Llano Ondulado[7]. En la zona existen importantes ríos y lagos, dando origen a importantes reservas de agua dulce. Ello genera además diversos ecosistemas donde interactúan especies forestales y arbustivas con una variada fauna.

El carácter del paisaje está determinado por la complementariedad entre los atributos abióticos o físicos, especialmente aquellos relacionados con los cursos de agua y los atributos bióticos vinculados a una activa presencia de la vegetación principalmente en las zonas de las cordilleras de la Costa y los Andes y la presencia antrópica en sectores agrícolas y forestales, atributos y características que se dan en el Parque Arnoldo Keim y en la ribera del río Rahue.

La estructura del paisaje en general se constituye a partir de un mosaico híbrido entre unidades de paisaje agrícola y forestal, urbano, rural y natural, combinando formas regulares del trazado productivo con formas sinuosas e irregulares de los parches naturales silvestres.

Producto de la intensa actividad productiva, la naturalidad se ve progresivamente restringida hacia las zonas de las cordilleras de la Costa y los Andes. En estas zonas se desarrollan diversos ecosistemas.

El agua es el principal agente que modela la forma del territorio, a través de torrentes cordilleranos, ríos y lagos en la zona del llano ondulado. Para el sector Seccional Rahue Bajo, el río Rahue nace en el lago Rupanco el cual atraviesa el llano intermedio llegando al Sur de la cuidad de Osorno en dirección Sur a Norte.

Las condiciones climáticas establecen una estacionalidad moderada con importante presencia de precipitaciones, las cuales, si bien se concentran en invierno, también se hacen presentes en temporadas estivales. Ello se traduce en un paisaje de texturas y colores asociadas a la vegetación de bosques caducifolios y bosques resinosos de coníferas, combinado con los matices propios de las zonas productivas agroforestales. Estas condiciones climáticas condicionan el desarrollo de las actividades en terreno, en términos de visibilidad y desplazamientos.

[7] http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf

Las condiciones de visibilidad e intervisibilidad determinan en general un grado menor de exposición del territorio, el cual se ve reducida por la propia morfología del territorio, por la presencia de vegetación de mediana y gran magnitud y por episodios eventuales de neblina y nubosidad. Las cuencas visuales adquieren una forma compacta, con profundidad de campo limitada producto de las variaciones del relieve y vegetación.

a. Evaluación Paisajística de Rahue Bajo

La revisión y análisis de los "**Elementos del Paisaje**" y los "**Componentes del Paisaje**", nos permiten una primera aproximación al valor paisajístico del sector en estudio, desde una óptica plástica.

b. Componentes del Paisaje Rahue Bajo

Los componentes del paisaje son la **tierra**, el **río Rahue**, la **ladera**, la **vegetación** (Parque Arnoldo Keim) y las estructuras o **elementos artificiales** introducidos por el hombre, el camino o carretera[8] y construcción de viviendas. Los componentes del paisaje del Seccional Rahue Bajo se muestran en la imagen 13.

Imagen 13. Componentes del paisaje Seccional Rahue Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

[8] http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_Evaluacion_Paisaje_130926.pdf

Respecto al componente **Vegetación**, este se encuentra en abundancia y densidad en el Parque Arnoldo Keim, conformando la piel de la tierra, con árboles de gran altura. Los arboles colindan con el límite del río Rahue. Por otro lado, en la explanada no es posible apreciar conformación de agrupaciones de árboles y la tierra es usada principalmente para la siembra de vegetales y/o verduras (uso agrícola). En el extremo poniente existen construcciones de casas irregulares adyacente al Parque Arnoldo Keim, las cuales forman parte del paisaje y del entorno. Esto es posible apreciar en la imagen 14, donde se muestra a viviendas de construcción irregular pertenecientes al campamento René Rebolledo.

El poblamiento irregular tiene lugar en los espacios residuales, marginales, sin accesibilidad y sin propietarios, como son las laderas y quebradas, las riberas de los ríos y los espacios intersticiales entre terrenos públicos y/o fiscales[9].

Imagen 14. Existencia de Campamentos en los alrededores del Seccional Rahue Bajo, Osorno.

Fuentes: I. Municipalidad e *INFORME AMBIENTAL COMPLEMENTARIO. 2016*

[9] Teodoro Veloso 2015. Anteproyecto Plan Regulador Comunal Osorno. *Informe Ambiental Complementario.*

	Imagen 15. Viviendas del Campamento René Rebolledo.

c. Elementos del Paisaje Seccional Rahue Bajo

Los elementos del paisaje a considerar son:

Forma: La forma del paisaje tiene un importante componente tridimensional entregado por la altura de los arboles ubicado en el Parque Arnoldo Keim, la importante dimensión de la explanada, donde el suelo está siendo usado para uso agrícola, las laderas que separan las construcciones de viviendas y el predio formando una terraza y el río Rahue que se encuentra en el perímetro, "envolviendo" el predio que se encuentra en evaluación. Esta conformación proporciona una gran variedad de situaciones espaciales y de percepción parcelada.

Línea: Está conformada por el contraste permanente entre lo vertical y asimétrico de los arboles versus la conformación de planicies visuales, lo lleno y lo vacío, lo estático de la explanada y lo dinámico del río Rahue. Lo sombrío y opaco bajo las copas de los árboles y el reflejo y luminosidad del río.

Color: El color referido a la propiedad de las superficies de reflejar la luz de una determinada intensidad, nos presenta al conjunto de verdes con un majestuoso juego de movimiento, de reflejos del cielo y la tierra, sumado al reflejo de la luz en el río, entregan un gran matiz de colores.

Escala: La escala geográfica es moderada dentro del paisaje dadas las laderas presentes el predio que limitan la visual desde la explanada.

Espacio: La riqueza tridimensional de lo geográfico nos proporciona una gran variedad de situaciones espaciales, algunas muy acotadas y otras con aperturas. Esta variedad nos entrega espacios panorámicos, cerrados, focalizados o tensionados.

Textura: La textura del paisaje se presenta relativamente homogénea, con un verde que cubre casi todo. La amplia explana se ve limitada por las laderas. El cielo por su parte, se presenta como una superficie unitaria e integradora de todo el conjunto.

d. Metodología de Análisis del Paisaje

Un segundo planteamiento de análisis más sistemático está dado por el empleo de técnicas para el proceso de tipificación y valoración. Se busca entonces, registrar y establecer los valores visuales, principal aspecto involucrado en la percepción (alrededor del 87%). Esto se traduce en el uso de tablas (matrices) y parámetros que permiten analizar separadamente los aspectos más relevantes del paisaje. Estas matrices permiten asignar un puntaje a cada factor o elemento medido dependiendo de su Calidad, Fragilidad o Capacidad de Absorción, pudiendo determinar si esta es Alta, Media o Baja.

Calidad Visual: Matriz de Aguiló et al, 1992
Fragilidad Visual: Matriz de Aguilo et al, 1992
Capacidad de Absorción: Matriz de Yeomans, 1986

Estos datos nos permitirán cuantificar de manera empírica el paisaje, permitiéndonos conocer su capacidad de absorción para con el proyecto.

Se ha recopilado la máxima información disponible en lugar requerida por las matrices y recabado material gráfico de imágenes y planos que facilitan el reconocimiento de la situación analizada. Además, se han efectuado varías visitas a terreno.

Paralelamente, se ha contrastado con información recopilada a través de Internet referida a:

- Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado.
- Monumentos Nacionales.
- Rutas de acceso y desplazamientos turísticos.
- Lugares turísticos.
- Situación geográfica espacial y climática.
- Planos geográficos y morfológicos.
- Funcionamiento de las instalaciones.

e. Evaluación del Paisaje Visual

De acuerdo a lo señalado anteriormente, en este enfoque se requiere conocer y establecer lo siguiente:

Unidades de Paisaje
Cuenca Visual
Calidad Visual
Fragilidad o Capacidad de Absorción Visual

i. Unidades de Paisaje

Busca establecer porciones de terreno que presenten condiciones homogéneas respecto de la respuesta visual tanto de sus componentes paisajísticos como en su respuesta visual ante posibles actuaciones.

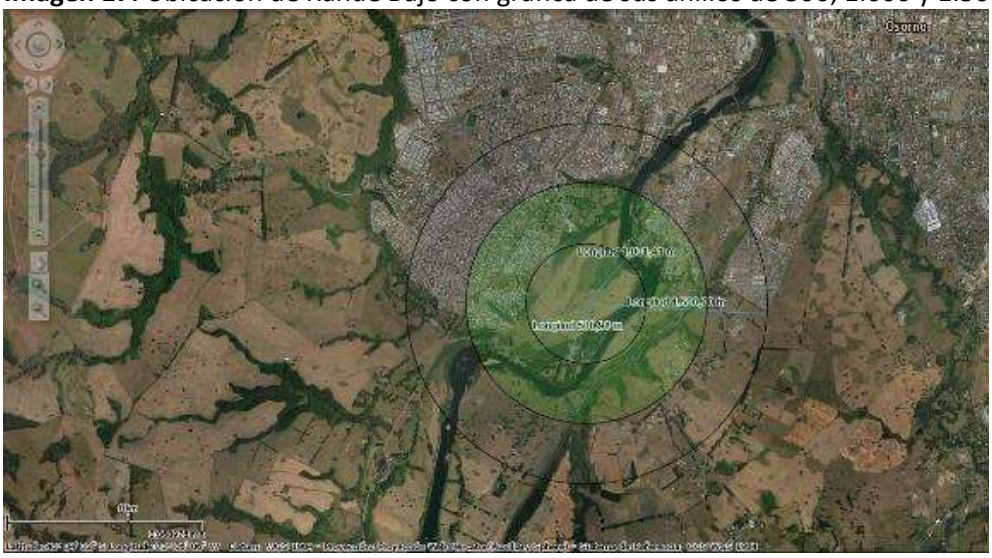
Estas unidades se establecieron en función de la distancia desde la localización del proyecto y la percepción visual que se tenga de él. Así por ejemplo se establecieron una Vista Cercana, una al Límite Visual y una denominada Fondo Escénico.

Vista Cercana: Situación visual hasta menos de 500 m del proyecto.
Límite Visual: Situación visual hasta menos de 1000 m del proyecto.
Fondo Escénico: Situación visual hasta menos de 1500 m del proyecto.

Se estableció el Límite Visual alrededor de los 1.500 m debido a que a una distancia mayor un observador promedio es incapaz de observar detalles con un nivel que le permitan discriminar sobre los atributos visuales del paisaje (Yeomans, 1986). Por lo tanto, a esa distancia y por el tamaño del proyecto, no es posible percibirlo visualmente, viendo sólo el Fondo Escénico del paisaje.

Se evaluó la situación del paisaje para conocer el entorno del proyecto y sus posibles efectos inmediatos en el paisaje. En la imagen 17 se muestran el sector en estudio, Seccional Rahue Bajo, estableciendo un punto medio y radios concéntricos de 500, 1.000 y 1.500 m de distancia.

Imagen 17. Ubicación de Rahue Bajo con gráfica de sus anillos de 500, 1.000 y 1.500 metros.



Fuente: Elaboración propia.

ii. Cuenca Visual

Consiste en establecer la zona o superficie determinada desde el lugar del proyecto y los lugares desde los cuales es posible verlo y viceversa. Básicamente está dada por la morfología del lugar y la distancia al objeto observado.

Se estableció el Límite Visual alrededor de los 1500 m aproximadamente debido a que, como se vio en las imágenes anteriores, a una distancia mayor un observador promedio es incapaz de observar detalles con un nivel que le permitan discriminar sobre los atributos visuales del paisaje (Yeomans, 1986). Por lo tanto, a esa distancia y por el tamaño del proyecto, no es posible percibirlo visualmente, viendo sólo el Fondo Escénico del paisaje. De la silueta de la cuenca es posible determinar su tamaño, compacidad y forma.[10]

Parámetros de evaluación de la cuenca:

Tamaño: Cuanto mayor es la cuenca, más vulnerable es un punto debido a que es más visible.

[10] Guía de Conservación del Paisaje. UACH

Forma: Cuencas más orientadas y alargadas son más sensibles a los impactos, pues son visualmente más vulnerables que las cuencas redondeadas, debido a la mayor direccionalidad del flujo visual.

Compacidad: A menor complejidad morfológica (menor número de huecos), mayor fragilidad de la cuenca.

iii. Inventario de Recursos Visuales

Establecidos los dos parámetros anteriores, es posible formular el inventario de recursos visuales y su análisis en función de las unidades visuales.
Los recursos visuales analizados fueron los siguientes:

1. Áreas de Interés Escénico: Definidas como zonas o sectores que por sus características (formas, texturas, vegetación, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.

2. Hitos Visuales de Interés: Son elementos puntuales que, en forma individual, adquieren cierta significancia en el observador y que pueden ser de carácter negativo o positivo. En el caso de los negativos también se pueden definir como puntos negros.

3. Cubierta Vegetal Dominante: Se refiere a las formaciones vegetales que son relevantes dentro del paisaje (bosques, matorrales, estepas, etc.).

4. Presencia de Fauna: Se refiere a las poblaciones animales, exóticas o autóctonas, que generen una dinámica interesante y que aporten a la calidad escénica del paisaje. En este sentido, se analizó la clase Aves por ser el grupo más conspicuo y de interés turístico en Chile.

5. Cursos de Agua Continentales: Se refiere a la presencia del agua en el paisaje, en cualquiera de sus formas (lagos, lagunas).

6. Intervención Humana: Son los diversos tipos de estructuras materializadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales. (Caminos, líneas de alta tensión, urbanización, áreas verdes, etc.).

7. Áreas de Interés Turístico / Histórico: Son todas las áreas que posean una carga histórica o patrimonial relevante para un país, región o ciudad.

Tabla 2. Inventario de Recursos Visuales desde Rahue Bajo

Recursos Visuales	Vista Cercana 0 - 500 metros	Limite Visual 0-1.000 metros	Fondo Escénico 0-1.500 metros
Áreas de interés escénico	Desde el punto de referencia se observa hacia el Este el río Rahue el cual tiene un alto interés turístico y paisajístico. Hacia el Sureste se observa un islote de propiedad privada que divide en 2 brazos el río Rahue. Este islote tiene una alta densidad de cubierta vegetal con árboles de considerable altura que ocupan la totalidad de la isla. Hacia el Noroeste se observa las laderas que marcan el límite de algunas viviendas.	Hacia el Sur es posible observar el Parque Arnoldo Keim con una considerable cubierta vegetal y arboles de gran altura. Hacia el Sureste se observa construcciones de viviendas irregulares ocupando la ladera. Hacia el poniente es posible observar en toda su amplitud las laderas que separan la ciudad (sector urbano) con el Seccional Rahue Bajo. Hacia el Oriente se observa el Sector de Ovejería y el Río Rahue en toda su longitud.	Es dificultoso observar el fondo escénico, debido a que a la visual se ve interrumpida por las laderas que rodean el Seccional Rahue Bajo.
Hitos visuales de interés	Río Rahue, Parque Arnoldo Keim e Islote de propiedad privada.	Parque Arnoldo Keim y Río Rahue	No Aplica
Cubierta vegetal dominante	La matriz que domina el paisaje es homogénea con pastizales y praderas. Hacia el Sur cubierta vegetal arbóreo (Parque Arnoldo Keim).	Hacia el Sur cubierta vegetal arbóreo (Parque Arnoldo Keim) y hacia el Sureste praderas en el Sector de Ovejería.	Hacia el Norte urbano, con edificaciones de conjunto habitacionales. Hacia el Sur praderas y pastizales.
Presencia de fauna	Imperceptible los días que se realizaron los terrenos.	Imperceptible los días que se realizaron los terrenos.	Imperceptible los días que se realizaron los terrenos.
Cursos de agua continentales	Se observa el río Rahué en toda su amplitud	Se observa el río Rahue en toda su amplitud	No posible visualizar el río Rahue desde la ubicación del observador.
Intervención humana	No existen.	Al poniente Calle Real. Asentamiento de viviendas irregulares (campamentos) Por un Futuro Mejor, Rene Rebolledo y Porvenir.	No posible visualizar desde la ubicación del observador.
Áreas de interés turístico y/o patrimonial	Parque Arnoldo Keim	Parque Arnoldo Keim	No existen.

iv. Calidad Visual

La calidad visual del paisaje se determina a través de la evaluación de los valores estéticos que posee, la cual por cierto, está condicionada por un alto grado de subjetividad. Dependiendo de la calidad de ciertos elementos del paisaje, como la morfología, la vegetación, la presencia de cursos de agua, la intervisiblidad y la altitud, se determina la calidad visual intrínseca de un paisaje, la calidad visual del entorno inmediato (distancias menores de 500 m) y la calidad de las vistas escénicas.

Para la Evaluación de la Calidad Visual se utilizó la matriz para la evaluación de la calidad visual del paisaje. modificado de Aguiló et al. 1992. (Anexo A). La evaluación de estos parámetros se encuentra resumida en la tabla 4.

Tabla 4. Calidad Visual del Paisaje

Escala de Análisis		Factores (*)								Calidad Visual Media
		G	V	F	A	C	E	S	H	
Unidad Visual de Paisaje	0-500 m.	30	10	30	50	30	30	20	10	**26.25**
	0-1500	30	30	30	50	30	30	20	10	**28.75**
27.5 puntos.										

(*) **G** = geomorfología **F** = fauna **C** = color **S** = singularidad o rareza
V = vegetación **A** = agua **E** = fondo escénico **H** = actuaciones humanas

v. Fragilidad Visual

Del mismo modo, para la evaluación de la fragilidad del paisaje, se utiliza el método general de fragilidad visual (Aguillo et al, 1992 en Anexo B), el cual analiza y clasifica los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores. Finalmente, el modelo permite la división del territorio en función de la sensibilidad paisajista requerida. La evaluación de la fragilidad visual es evaluada en la tabla 5.

La definición de cada una de las clases de fragilidad visual es la siguiente:
Fragilidad Visual Alta: Baja Capacidad de Absorción Visual.
Fragilidad Visual Media: Media Capacidad de Absorción Visual.
Fragilidad Visual Baja: Alta Capacidad de Absorción Visual.

Tabla 5. Fragilidad Visual del Paisaje

Escala de Análisis		**Elementos (*)**									**Fragilidad Visual Media**
		P	**D**	**C**	**h**	**T**	**F**	**O**	**U**	**A**	
Unidad Visual de Paisaje	0-500 m.	20	30	20	10	30	20	10	30	30	**22.2**
	0-1500 m.	20	30	20	20	30	20	20	20	20	**22.2**
En consecuencia, esta unidad posee una Fragilidad Visual Media con **22.2** puntos.											

(*) **P** = Pendientes **C**=Contraste Vegetacional **T** = Tamaño de la Cuenca visual **O** = Compacidad

D = Densidad Vegetacional **h** = Alturas de la Vegetación **F** = Forma de la Cuenca visual **U** = Unicidad del paisaje

A = Accesibilidad Visual

vi. Capacidad de Absorción Visual (CAV)

Análisis de la capacidad del paisaje para acoger la intervención sin que se produzcan variaciones en el carácter visual de la(s) unidad(es) de paisaje definida(s). Con este fin se utilizó el método desarrollado por Yeomans (1986) (Anexo C). La capacidad de absorción visual se entiende como

inversamente proporcional a la fragilidad de un paisaje, pero con algunas variables distintas en sus mediciones. En este sentido, CAV se define como la aptitud que tiene un paisaje de asimilar visualmente modificaciones o alteraciones sin detrimento de su calidad visual.
Respecto a la determinación de la Capacidad de Absorción Visual (CAV), la evaluación y resultados se tabulan en la tabla 6.

Tabla 6. Capacidad de Absorción Visual (CAV)

Escala de Análisis		Elementos (*)						CAV Media
		S	D	E	V	R	C	
Unidad Visual de Paisaje	0-500 m.	3	2	2	3	3	1	33
	0-1500 m.	3	2	2	3	3	1	33
En consecuencia, esta unidad posee una CAV Media con **33** puntos. (CVA= S x (E+R+D+C+V))								

(*) **S** = Pendientes **E** = Erosionabilidad del suelo **R** = Vegetación, potencial de regeneración

D = Diversidad vegetacional **V** = Contraste suelo / vegetación **C** = Contraste suelo / roca

vii. Evaluación e Interpretación de los Resultados Obtenidos

Finalmente, la aplicación de estas matrices nos permite asignar a cada elemento o factor medido, un puntaje dependiendo de su Calidad, Fragilidad o CAV (alta, media o baja).

Para la Calidad del paisaje, se calcula promediando ambas mediciones, clasificándose de acuerdo con los siguientes tramos:

- **Baja** Calidad del paisaje: entre 7,5 y 20,0
- **Media** Calidad del paisaje: entre 20.1 y 32,5
- **Alta** Calidad del paisaje: entre 32.6 y 45,0

Para la Fragilidad del paisaje, se calcula promediando ambas mediciones, clasificándose de acuerdo a los siguientes tramos.

- **Baja** Fragilidad del paisaje: entre 10,0 y 16,5
- **Media** Fragilidad del paisaje: entre 16,6 y 23,2
- **Alta** Fragilidad del paisaje: entre 23,3 y 30,0

Para la Capacidad de Absorción Visual, el valor se obtiene mediante la fórmula:

$$CAV = S \times (E + R + D + C + V)$$

Dónde: S = Pendientes; D = Diversidad vegetacional; E = Erosionabilidad del suelo;
V = Contraste suelo / vegetación; R = Vegetación, potencial de regeneración; C = Contraste suelo / roca

Los valores extremos posibles son 1 ó 3 en todos los elementos, se obtiene 5 ó 45, respectivamente, definiéndose los siguientes tramos para los tres niveles de evaluación:

- **Baja** Capacidad de absorción: entre 5,0 y 18,3.
- **Media** Capacidad de absorción: entre 18,3 y 31,6.
- **Alta** Capacidad de absorción: entre 31,6 y 45,0.

Esta cuantificación nos permitirá transformar los atributos paisajísticos (y también turísticos) en datos empíricos que nos permitan medir el valor del paisaje y su condición al ser sometida al proyecto propuesto. La comparación de los resultados promedios obtenidos para cada uno de los 3 conceptos analizados en el presente estudio se muestra resumida en la Tabla 7.

Tabla 7. Comparación de los resultados promedios obtenidos para cada uno de los 3 conceptos analizados en el presente estudio.

Concepto	Promedio	Clasificación
Calidad	**27.5**	**Media**
Fragilidad	**22.2**	**Media**
CAV	**33.0**	**Alta**

A continuación, se muestran las imágenes del paisaje del Seccional Rahue Bajo, el cual fue analizado y evaluado en el ítem anterior.

Imagen 18. Parque Arnoldo Keim.

	Imagen 20. río Rahue.
	Imagen 23. Explanada Rahue Bajo.

f. Características del Río Rahue

El río Rahue (del mapudungun: rag, greda gris y -we, lugar: lugar donde hay greda gris.) Atraviesa la ciudad de Osorno de sur a norte y la divide en dos zonas, la zona de Rahue y el resto de Osorno.
El río Rahue presenta un régimen pluvial, con sus mayores caudales en el período invernal y los menores durante el período estival. Es un importante tributario del río Bueno, afluyendo por la ribera sur de este río a 40 km de la desembocadura del río Bueno en el mar.

- El río Rahue nace en el extremo poniente del lago Rupanco y en sus márgenes del curso medio se levanta la ciudad de Osorno, en pleno Valle Central. En su curso superior corre rápido y encajonado; en el inferior en cambio es lento y puede ser navegable por embarcaciones menores.
- Los principales tributarios del río Rahue son:
- El río Coihueco, el primer afluente ubicado en el curso superior del Rahue, que desarrolla su caudal en el lago Rupanco; el cual se origina en la falda del volcán Puntiagudo.

- El río Negro, el cual proviene directamente del sur y se junta con el río Rahue a unos 8 km. agua arriba de Osorno; siendo su principal afluente.
- El río Damas o de Las Damas, proveniente del oriente, y cuyas cabeceras se sitúan entre los extremos orientales de los lagos Puyehue y Rupanco; juntándose con el río Rahue en la ciudad de Osorno.
- El río Rahue se dirige por lo general al oeste hasta su reunión con el río Coihueco; de aquí, toma al noroeste, recibe por la izquierda el Río Negro, vuelve al nor-noroeste, se incorpora, en la la ciudad de Osorno, con el río Damas, que le viene por la derecha, y posteriormente continua su marcha hacia el norte para juntarse con el río Bueno.

G. MECÁNICA DE SUELOS SECCIONAL RAHUE BAJO

La Ilustre Municipalidad de Osorno durante el año 2015, contrató los servicios de la empresa LEPUCV S.A. para el desarrollo del proyecto denominado: "Estudio de Mecánica de Suelos con Prospección Geotécnica", como parte de los estudios previos para el Plan Maestro Barrio Parque.
Dicho estudio se centra en una superficie de 325.384 (m2), el cual se encuentra conformado por los terrenos pertenecientes al Parque Arnoldo Keim, SERVIU y privados, colindante entre ellos y emplazados en el sector de Rahue Bajo en la Comuna de Osorno.

Imagen 24. Emplazamiento terreno en estudio de la mecánica de suelos, Sector Rahue Bajo.

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

a. Objetivo del Estudio de la Mecánica de Suelos

El objetivo principal fue analizar desde el punto de vista geotécnico, la habilitación de diversos proyectos (viviendas sociales, infraestructura, espacio parque y equipamiento comunitario.) insertos dentro del Plan Maestro Barrio Parque, específicamente en el Seccional Rahue Bajo.

b. Metodología Usada para Evaluar la Mecánica de Suelos

Con el objetivo de caracterizar el subsuelo existente en el terreno en estudio, se utilizó las indicaciones de la norma NCh 1508. Of. 2014 (Geotecnia: Estudio de Mecánica de Suelos).

c. Resultados del estudio de Mecánica de suelos

A partir de los resultados obtenidos desde los análisis granulométricos y Límites de Atteberg, se determinó la clasificación de las muestras de suelo ensayadas, según los sistemas USCS y AASHTO. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8 Clasificación USCS y AASHTO. Muestras calicatas de prospección. Terreno en estudio.

Calicata	Muestra		Clasificación		Descripción	
	Estrato	Profundidad, (m)	USCS	AASHTO	USCS	AASHTO
C1	E3	1,00 – 2,80	MH	A-7-5(15)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C2	E3	0,40 – 1,30	GP-GM	A-2-7(0)	Gravas mal graduadas con limos	Gravas y arenas arcillosas
C3	E3	1,20 – 4,00	MH	A-7-5(10)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C4	E3	0,70 – 2,00	MH	A-7-5(11)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C5	E5	1,60 – 3,00	SM	A-5(0)	Arenas limosas	Suelos limosos
C6	E5	1,30 – 2,00	MH	A-7-5(24)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C6	E8	2,70 – 4,00	GP-GM	A-1-a(0)	Gravas mal graduadas con limos	Gravas y arenas
C7	E3	0,70 – 1,60	ML	A-7-6(7)	Limos de baja compresibilidad	Suelos arcillosos
C8	E3	0,90 – 2,60	SM	A-2-4(0)	Arenas limosas	Gravas y arenas limosas
C9	E4	1,60 – 2,30	GM	A-1-b(0)	Gravas limosas	Gravas y arenas
C10	E3	0,70 – 2,50	MH	A-7-5(20)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C11	E2	0,30 – 1,10	ML	A-5(4)	Limos de baja compresibilidad	Suelos limosos
C11	E3	1,10 – 2,20	MH	A-7-5(25)	Limos de alta compresibilidad	Suelos arcillosos
C12	E4	1,90 – 2,50	ML	A-7-6(8)	Limos de baja compresibilidad	Suelos arcillosos
C12	E5	2,50 – 3,80	GP-GM	A-2-4(0)	Gravas mal graduadas con limos	Gravas y arenas limosas

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

Con el propósito de determinar los parámetros de compactación de las muestras de suelo analizadas se realizaron ensayos Proctor Modificado. La densidad in-situ fue determinada mediante el método del cono de arena. Los resultados de estos análisis son tabulados en la tabla 9.

Tabla 9 Resultados ensayos Proctor Modificado. Muestras calicatas de prospección: C1, C3, C5, C6, C9 y C11.

Calicata	Muestra		Tipo de suelo		Proctor Modificado	
	Estrato	Profundidad (m)	USCS	AASHTO	Densidad máxima compactada seca, $\gamma d_{máx}$ (gr/cc)	Humedad Óptima, Wop (%)
C1	E3	1,00 – 2,80	MH	A-7-5(15)	1,30	37,3
C3	E3	1,20 – 4,00	MH	A-7-5(10)	1,30	37,3
C5	E5	1,60 – 3,00	SM	A-5(0)	1,21	39,9
C6	E5	1,30 – 2,00	MH	A-7-5(24)	1,23	38,4
C9	E4	1,60 – 2,30	GM	A-1-b(0)	1,80	18,7
C11	E3	1,10 – 2,20	MH	A-7-5(25)	1,44	27,8
C12	E4	0,90 – 1,90	ML	A-7-6(8)	1,48	27,4

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

Los suelos limosos de baja y alta compresibilidad (ML y MH) presentan una densidad máxima compactada seca (ydmáx) de 1,30 a 1,44 (gr/cc), con una humedad óptima de compactación (Wop) variable entre 27,8% y 39,9%. En el caso de los suelos granulares (SM; GM), dependiendo del porcentaje de finos limos, la densidad ydmáx se encuentra entre 1,21 y 1,80 (gr/cc) con una humedad Wop desde 18,7% a 39,9%.

Tabla 10 Densidad in-situ. Muestras calicatas de prospección.

Calicata	Muestra			Densidad seca, γd (gr/cc)	Humedad, Wnat (%)	Densidad in-situ, γt (gr/cc)	Grado de compactación, OPM (%)
	Estrato	Profundidad, (m)	Clasificación USCS				
C1	E3	1,20	MH	1,06	29,4	1,37	82
C3	E3	1,85	MH	0,98	34,3	1,32	75
C4	E3	0,90	MH	0,92	32,1	1,22	71
C5	E5	1,60	SM	1,00	42,4	1,42	81
C6	E5	1,50	MH	0,96	44,2	1,38	78
C7	E3	1,20	ML	1,31	27,2	1,67	91
C8	E3	1,30	SM	1,31	30,8	1,71	89
C9	E4	1,80	GM	1,33	30,9	1,74	74
C10	E3	1,90	MH	1,15	27,6	1,47	88
C11	E3	1,60	MH	1,12	38,9	1,56	78
C12	E3	1,60	ML	1,15	39,2	1,60	78

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

La densidad seca in-situ (yd) para el caso de los suelos limosos se encuentra dentro del rango 0,92 a 1,15 (gr/cc) con una humedad natural desde 27,1% hasta 39,2%. El estado consistencia asociado, se clasifica como suave a firme. En el caso de los suelos predominantemente granulares, los valores de densidad in-situ se asocian con un estado de compacidad clasificado como medianamente denso.

Considerando la distribución granulométrica y plasticidad de la fracción fina de los suelos existentes en el terreno en estudio, para determinar los cambios volumétricos en función de los esfuerzos verticales se realizó un ensayo de consolidación unidimensional (ASTM D2435-11) realizado sobre muestra inalterada.

Tabla 11 Parámetros de consolidación unidimensional.

Tipo de suelo	Densidad seca in-situ, γ_d (gr/cc)	Humedad natural, W_{nat} (%)	Indice de vacios inicial e_0	Índice de vacios final e_f	Índice de compresibilidad C_c
Limos	1,15	39,2	1,347	1,15	0,302

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

Con relación a la presencia de agua subterránea detectada al interior de las calicatas excavadas, se concluye que su origen se asociaría con la existencia de napas colgadas, infiltración de lluvias y/o de las aguas provenientes desde las quebradas existentes en los costados este y sureste del terreno en estudio. Es importante señalar que la presencia del estrato de fierrillo, debido a su muy baja permeabilidad, favorecería la formación de estas acumulaciones de agua. La presencia del nivel freático dentro del terreno en estudio no es clara.

Tabla 12 Posición del nivel freático identificado en calicatas de prospección.

Calicata	Estrato	Profundidad (m)
C1	E3	2,50
C2	E4	2,20
C3	E3	3,50
C5	E5	2,90
C6	E8	2,70
C7	E5	2,80
C8	E4	2,80
C9	E5	2,40

Fuente: INFORME MECANICA DE SUELOS IT/S-10715.

d. Caracterización Geotécnica del Área de Estudio

A partir de los antecedentes recopilados del sector donde se encuentra emplazado el terreno en estudio (Seccional Rahue Bajo), los resultados obtenidos desde las prospecciones y ensayos realizados en el estudio de mecánica de suelos, ha sido definida la siguiente caracterización geotécnica a nivel global y local:

a) A nivel global:

En superficie el terreno en estudio se encuentra conformado por un depósito de suelos finos limosos del tipo trumaos y/o ñadis con arenas y algunos inter-estratos de gravas, distribuidos de forma heterogénea. Es importante señalar que los suelo tipo "ñadis2 fueron identificados en los sectores donde subyaciendo, se detectó una capa de "fierrillo" correspondiente a un material granular fuertemente cementado.

En profundidad se detectaron suelos de origen fluvial no consolidado conformador por gravas, bolones insertos en una matriz de arenas.

Según antecedentes recopilados desde estudios realizados en sectores cercanos al terreno en estudio dentro de los 30,0 (m) de profundidad el perfil estratigráfico del suelo se encuentra conformado por una serie de estratos de limos de baja compresibilidad (ML) y arenas limosas (SM). Los limos presentan una consistencia media a alta y las arenas una compacidad clasificada como baja a alta en función de la profundidad, con grado de cementación nulo a muy alto.

b) A nivel local:

A nivel local el terreno en estudio se encuentra conformado por seis horizontes de suelo bien diferenciados en términos de los materiales constituyentes. Sin embargo, su distribución, espesor y profundidad presenta una condición de heterogeneidad. Los horizontes identificados son los siguientes:

Horizonte H1: Capa vegetal conformada por limos con presencia abundante de raicillas. La consistencia se clasifica como suave con un estado de humedad húmedo. El espesor varía entre 0,15 a 0,25 (m).

Horizonte H2: limos de baja compresibilidad (ML), con arenas y presencia de gravas en proporciones menores. La consistencia se clasifica como muy suave a dura, con un estado de humedad clasificado como húmedo variando a saturado, asociado con el nivel de aguas subterráneas. El espesor de varía entre 0,25 a 2,80 (m). Este horizonte fue detectado hasta alcanzar una profundidad máxima desde 0,40 (m) a 2,50 (m).

Horizonte H3: limos de alta compresibilidad (MH) con arenas. Este horizonte de espesor comprendido entre 1,10 a 2,80 (m) presenta in-situ una consistencia clasificada como muy suave a muy dura, asociada con una humedad variable entre los estados húmedo a saturado, dependiendo el nivel de aguas subterráneas. Este horizonte fue detectado hasta alcanzar una profundidad máxima desde 1,80 (m) a 4,00 (m). Nombre local trumao o ñadis.

Horizonte H4: material granular fuertemente cementado, denso y muy baja permeabilidad, con una densidad de partículas sólidas de 2,75 (gr/cc). Este horizonte de espesor indefinido fue detectado de manera errática en el terreno en estudio a partir de una profundidad comprendida entre 1,80 a 3,10 (m). Nombre local: fierrillo.

Horizonte H5: gravas mal graduadas con limos (GP-GM, GM), con arenas y bolones de tamaño máximo entre 110,0 y 180,0 (mm). El estado de compacidad in-situ se clasifica como medianamente denso, con una humedad variable entre los estados húmedo a saturado, dependiendo el nivel de aguas subterránea. El espesor de varía entre 0,30 a 1,80 (m). Este horizonte fue detectado hasta alcanzar una profundidad máxima desde 1,60 (m) a 4,00 (m).

Horizonte H6: arenas con limos en diversas proporciones (SP-SM, SP), gravas bolones de tamaño máximo entre 150,0 y 180,0 (mm). El estado compacidad medianamente densa, con una humedad variable entre los estados húmedo a saturado, dependiendo el nivel de aguas subterránea. Este horizonte de espesor comprendido entre 0,50 y 1,80 (m), fue detectado a partir de una profundidad variable desde 1,60 a 2,20 (m).

H. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS AMBIENTALES

Los Problemas ambientales se refieren al deterioro de los recursos naturales, es decir a la contaminación de las aguas, del aire, del suelo, del bosque, fauna, a la erosión y congestión urbana, a la ocupación del espacio público o a la contaminación visual, entre otros.

Los Problemas Ambientales identificados corresponden a:

DETERIORO Y EROSION LADERA PONIENTE

El potencial de la Unidad de Paisaje identificada se ve fuertemente deteriorada por el uso indebido que actualmente está siendo protagonista del sector.

Por un lado la falta urbanización y equipamiento en el borde superior implica que no esté definido un límite consolidado entre la ciudad que ha ido ganando terreno y el componente natural, y por tanto como sucede en la mayoría de las ciudades que repiten esta condición en su periferia, se constituye como el “patio trasero de la ciudad”, un terreno baldío sin ningún tipo de carácter y por tanto sin un rol ni urbano ni natural, sin valor identitario y por tanto se transforma en un terreno de nadie. Por el contrario, la situación actual facilita el uso indebido del borde, de la ladera y de las quebradas, siendo estas últimas las más afectadas. Esto porque el comportamiento antrópico concentra la colocación de desechos en esta zona, probablemente en un intento fallido por esconder la acción y la resultante se traduce en la generación de un basural.

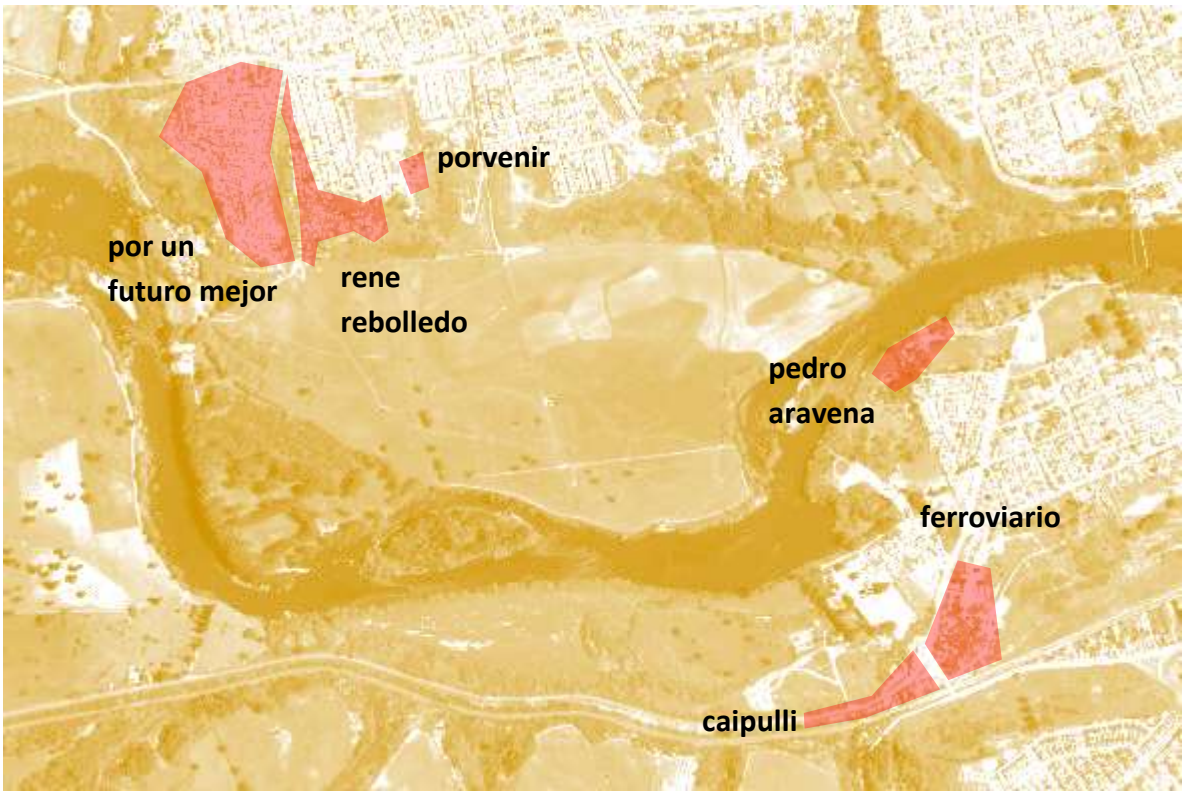
Por otro lado, la densidad y déficit habitacional en sector Rahue alto ha generado la instalación de campamentos que se emplazan directamente sobre la ladera, a falta de la disponibilidad de terrenos planos. Esto incrementa exponencialmente la contaminación y deterioro indicados.

El delicado ecosistema de la quebrada se ve amenazado, lo cual se proyecta y se extiende al resto de la ladera, no solo causando contaminación, además generando una erosión y debilitación de las características de suelo ya que impide el desarrollo de las asociaciones vegetales que naturalmente se desarrollarían en el lugar y en definitiva transformando el elemento en un riesgo para la población tanto por contaminación como por remoción de masa.

CONTAMINACION POR DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS

La ausencia de los ríos en la planificación se expresa en el Plan Regulador Comunal vigente por cuanto que sus riberas tienen limitada accesibilidad y casi nulo rol urbanístico. Asimismo, como explicamos en punto anterior, esto facilita la generación de descargas irregulares de desechos domiciliarios arbitrariamente en toda área periférica de la ciudad que desciende gravitacionalmente hacia el cauce, contaminando el suelo que retiene parte de los desechos y principalmente el cauce que finalmente recibe gran parte del curso de estas aguas. Esto también se ve fuertemente incrementado por la presencia de asentamiento de viviendas irregulares, que a falta total de urbanización y de sistemas de redes de alcantarillado, todos sus desechos se vierten en los terrenos aledaños y en el rio.

Figura 5. ***grafica emplazamiento asentamiento de viviendas irregulares***



Fuentes: I. Municipalidad e INFORME AMBIENTAL COMPLEMENTARIO. 2016

CONTAMINACION POR USO INDEBIDO DE RIBERA RIO

Como definimos en el diagnóstico, la ribera del rio debe jugar un rol fundamental el delicado equilibrio ecológico del sistema Rahue. Si bien la conformación de asociación vegetal ribereña presente en esta franja se ha mantenido en buenas condiciones, factiblemente por la distancia en que se encuentran los asentamientos más próximos, constituyéndose como Unidad del Paisaje de valor natural, su condición como tal se ve amenazada por dos condiciones identificadas:

La primera deriva del punto anterior, las descargas irregulares de aguas servidas al rio contaminan tanto al rio como a todo el suelo en torno a su trazado, incluyendo e incrementándose en el punto de descarga, justamente involucrando a la rivera y en el lecho.

La segunda corresponde a la ***extracción ilegal de áridos.*** Existe una actividad no coordinada de extracción de áridos en el río. Esta situación, que en principio no es perjudicial y por el contrario puede colaborar a la preservación de cotas convenientes, en la práctica se ha transformado en una situación riesgosa, dado que se realiza sin estudios adecuados y sin autorizaciones, ha provocado severos daños a la posibilidad de escurrimiento en condiciones de crecida. Esto no había sido problema durante el periodo de tiempo comprendido entre 1965 y 1993, sin embargo, en la

actualidad esta situación debe ser corregida. Es necesario entonces generar un plan de manejo de la extracción de áridos del río, de modo que quienes ejerzan dicha labor cuente con los criterios generales y que la autoridad disponga de elementos objetivos para el control de las faenas[11].
La extracción de áridos desde el lecho del río Rahue sin un "plan de manejo" genera riesgos de inundación difíciles de predecir en las riberas pobladas.

Figura 6. ***grafica emplazamiento asentamiento puntos de extracción de áridos***

fuente: Google Earth y elaboración propia

OSCAR MOEBIS
CONSULTOR

[11] Diagnostico Recuperación Terrenos y Costanera Oriente Rio Rahue, Décima Región – SEREMI MINVU X: http://www.minvu.cl/opensite_det_20070317142351.aspxla evaluacion de