



**MUNICIPALIDAD
HUALPEN**

***PLAN REGULADOR COMUNAL
DE
HUALPÉN***

**MEMORIA EXPLICATIVA
ANEXO 3**

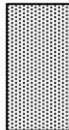
**ESTUDIO DE RIESGOS
Y DE PROTECCION AMBIENTAL**

INDICE

PRESENTACIÓN.	3
1.- ANTECEDENTES GENERALES	3
1.1.- Alcances iniciales.	4
1.2.- Objetivos del estudio.	4
1.2.1.- Objetivo General.	4
1.2.2.- Objetivos Específicos.	4
1.3.- Metodología general	4
1.3.1.- Estudios considerados.	4
1.3.2.- Procedimiento.	5
1.3.3.- Carta base.	5
1.3.4.- Concepto de Riesgo.	6
2.- ÁREAS DE RIESGO EN LA COMUNA DE HUALPEN	7
2.1.- Zonas inundables o potencialmente inundables.	7
2.1.1.- Riesgo de inundación por tsunami.	7
2.1.2.- Riesgo de Inundación por Desborde de Cauce.	15
2.1.3.- Riesgo de Inundación por Anegamiento.	20
2.2.- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	25
2.2.1.- Riesgo de Remoción en Masa.	25
2.3.- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.	32
2.3.1.- Riesgo de Sitios Contaminados.	32
2.3.2.- Riesgo de Uso de Suelo de Industria Peligrosa.	35
3.- ZONAS NO EDIFICABLES PRESENTES EN HUALPEN.	37
3.1.- Cono de aproximación de aviones al aeropuerto.	37
3.2.- Franja de protección del gaseoducto y oleoducto.	38
3.3.- Franja de protección del corredor ferroviario.	39
3.4.- Franja de protección de las líneas de alta tensión.	40
3.5.- Mapa de zonas no edificables.	42
4.- ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL.	42
4.1.- Áreas bajo protección oficial.	42
4.2.- Santuario de la Naturaleza.	44
4.2.1.-Descripción Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén.	44
4.2.2.-Alcances de PRMC y la Península de Hualpén.	45
4.2.3.-Análisis General del Plan de Manejo para el Santuario de la Naturaleza.	47
4.2.4.-Análisis General del estudio FPA para la definición de las zonas ZUR en el santuario de la naturaleza.	56
4.2.5.- Consideración del Plan de Manejo y Estudio del FPA en el PRC de Hualpén.	58
5.- SÍNTESIS Y CONCLUSIONES	61
5.1.- Síntesis.	61
5.2.- Conclusiones.	64

PLAN REGULADOR COMUNAL DE HUALPÉN **ESTUDIO DE RIESGOS Y DE PROTECCION AMBIENTAL**

PRESENTACION.



La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, establece que Los Planes Reguladores Comunales deberán fundar sus proposiciones en estudios especiales, entre los que se encuentra el Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental. Más adelante, dicha ordenanza establece que en el estudio de riesgos podrán definirse áreas restringidas al desarrollo urbano, distinguiendo "zonas no edificables" o bien, "áreas de riesgo" según sea el caso. Se agrega además, la posibilidad de reconocer y proteger los recursos de valor natural que puedan existir en la comuna. El presente Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental, se inscribe en los preceptos señalados anteriormente.

Tal como se señaló en la Memoria explicativa del presente Plan Regulador Comunal, del cual este estudio forma parte en calidad de anexo, se han tomado los antecedentes iniciales del plan regulador comunal de Hualpén desarrollado durante los años 2008-2009 y se han actualizado con los nuevos antecedentes desarrollados post sismo del 27/F de 2010. Se debe recordar que el plan regulador comunal de Hualpén 2008-2009 detuvo su tramitación, tras el sismo de 2010.

1.- ANTECEDENTES GENERALES.

1.1.- ALCANCES INICIALES.

El presente documento, denominado "Adecuación Estudio de Riesgos", se refiere al ajuste que se requiere realizar al estudio de riesgos desarrollado originalmente para el Plan Regulador de Hualpén, durante los años 2008-2009. En consecuencia, este documento corresponde al estudio fundado de los riesgos naturales y antrópicos que representan un peligro potencial para los asentamientos humanos de la comuna de Hualpén, unido al reconocimiento de zonas no edificables, en virtud de lo señalado en el Artículo 60º de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Su inclusión en este documento se hace en estricto apego a lo señalado en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones¹ (en adelante OGUC), teniendo el objetivo de aportar la información suficiente para la elaboración final del Plan Regulador Comunal de Hualpén. Además, este estudio se complementa con el reconocimiento de las "Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural (áreas que cuentan con protección oficial), según el Artículo 2.1.18 de la OGUC.

En este sentido, la presente adecuación, incluye ajustes hechos a la luz de la reglamentación vigente y al Manual Práctico de Jurisprudencia Administrativa sobre Planes Reguladores Comunales, Intercomunales y Metropolitanos, evacuados por la Contraloría General de la República.

¹ Según actualización al 21 de noviembre de 2012

1.2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

1.2.1- Objetivo general.

Identificar los riesgos naturales y antrópicos, más las áreas de valor natural reconocidas por el ordenamiento jurídico vigente y establecer, a partir de dicha información, las áreas de restricción al desarrollo urbano en la comuna de Hualpén.

1.2.2.- Objetivos específicos.

-) Actualizar el estudio de riesgos desarrollado en el marco del PRC de Hualpén durante los años 2008-2009, agregando la información post sismo de 27/F de 2010, aportada principalmente por la Universidad del Biobío y SERNAGEOMIN.
-) Identificar las áreas de riesgo de la comuna de Hualpén, para ser incorporadas en el Instrumento de Planificación Territorial correspondiente.
-) Identificar las zonas no edificables de la comuna de Hualpén, para ser incorporadas en el Instrumento de Planificación Territorial correspondiente.
-) Identificar las áreas de valor natural reconocidas por el ordenamiento jurídico vigente, para ser incorporadas en el Instrumento de Planificación Territorial correspondiente.
-) Sugerir recomendaciones, asociadas a las áreas restringidas al desarrollo urbano reconocidas en este estudio.

1.3.- METODOLOGÍA GENERAL.

1.3.1.- Estudios considerados.

Para realizar el presente trabajo, se consideró los siguientes estudios de riesgo:

-) Estudio de riesgos realizado por el especialista Sr. Rodrigo Sanhueza en los años 2008-2009, como anexo a la Memoria del Plan Regulador Comunal de Hualpén de 2009, denominado "Estudio de Riesgos Naturales y Antrópicos" (en adelante "estudio de riesgos del PRCH de 2009")
-) "Estudio de Riesgos de sismos y maremotos para comunas costeras de la Región del Biobío" desarrollado por la Universidad del Biobío, particularmente el capítulo dedicado a la Comuna de Hualpén y su cartografía correspondiente. (en adelante "estudio de riesgos de la UBB")
-) "Evaluación preliminar de peligros geológicos: Area de Concepción, Talcahuano, Hualpén y Chiguayante, Región del Biobío". En particular, las siguientes cartas: Mapa de peligro de remociones en masa; Mapa de peligro de inundación por desborde de cauces y anegamiento y Mapa de peligro de inundación por tsunamis. (en adelante "estudio de riesgos de SERNAGEOMIN")

-) "Evaluación de contaminación por mercurio de aguas, sedimentos y suelos en Estuario Lengua, Talcahuano", desarrollado por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Concepción (2002), para la I. Municipalidad de Talcahuano.(en adelante "estudio de contaminación del suelo de la UdeC")

Adicionalmente, se consultaron otros antecedentes, como la "Carta de Inundación por tsunami para la Bahía de San Vicente" realizada por el Servicio Hidrológico y Oceanográfico de la Armada de Chile (en adelante "carta del SHOA"); el Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén desarrollado por GCC Consultores Ltda. (En adelante " Plan de Manejo de la Península"); Proyecto FPA; Recuperación de Ecosistemas Terrestres y Humedales del Santuario de la Naturaleza de la Península de Hualpén para mejorar el bienestar Humano, rescatando la biodiversidad y servicios ecosistémicos desarrollado por el Fondo de protección ambiental junto con el Centro EULA-Chile (En adelante "Estudio del FPA). Entre otros.

1.3.2.- Procedimiento.

Inicialmente se definieron los principales riesgos de la comuna, circunscritos exclusivamente a aquellos riesgos reconocidos como tales, en la OGUC. Estos riesgos se determinaron mediante el análisis en terreno y, principalmente, a partir del estudio de riesgos del PRCH de 2009, modificado según los nuevos antecedentes aportados por el estudio de riesgos de la UBB y el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, entre otros.

La definición de las áreas de riesgo se llevó a cabo a partir del análisis de gabinete de los antecedentes aportados por los estudios específicos, así como del diagnóstico físico-natural de la comuna; recopilación y registro de observaciones directas en terreno respecto de situaciones que fueron consideradas potencialmente riesgosas y un análisis y evaluación crítico de los antecedentes y estudios antes mencionados. Los polígonos consultados de los estudios de referencia (UBB, SERNAGEOMIN, SHOA, etc.) que finalmente se incorporarán al PRC, fueron ajustados de acuerdo a la base cartográfica utilizada, tomando como criterio, el establecer polígonos claros y bien definidos, para ser traspasados al Instrumento de planificación territorial (IPT). La secuencia de actividades fue la siguiente:

-) Análisis del estudio de riesgos del PRCH de 2009
-) Análisis de los estudios de riesgo de la UBB y de SERNAGEOMIN.
-) Visitas a terreno realizadas en verano de 2013.
-) Reunión con personal técnico de la I. Municipalidad de Hualpén
-) Propuesta de incorporación de áreas de riesgo, en base a la discriminación entre los estudios de riesgo disponibles
-) Propuesta de incorporación de zonas no edificables y áreas de protección de recursos de valor natural, en base a la recopilación de antecedentes legales vigentes.
-) Preparación de la cartografía

1.3.3.- Carta base.

Los riesgos identificados, se vaciaron sobre la carta base que corresponde a la utilizada por el Plan Regulador Comunal de Hualpén. Esta carta desarrollada a escala 1:17.000 presenta las siguientes características técnicas: Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) y DATUM, Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS84) / Huso 18 Sur.

1.3.4.- El concepto de " riesgo" empleado en este estudio.

La OGUC relaciona las "áreas de riesgo", como territorios en donde existe la probabilidad de ocurrencia de desastres naturales u otros semejantes, con lo cual, la norma vincula directamente a estas áreas como "áreas de riesgo" con los denominados "riesgos naturales".

El riesgo natural corresponde, según Varnes, (1976) a la "la probabilidad de ocurrencia de un daño potencial en un área determinada y en un periodo específico de tiempo". A su vez, los desastres naturales corresponden a eventos o sucesos que ocurren, en la mayoría de los casos, en forma repentina e inesperada y que producen graves perjuicios a la propiedad y en algunos casos, alcanzan a la pérdida de vidas humanas.

En la medida que las comunidades ocupan el espacio geográfico, se van insertando en áreas naturalmente frágiles o vulnerables. Durante este proceso, tiende a aumentar la ocurrencia de fenómenos naturales, lo que implica un riesgo para la comunidad humana, produciendo destrucción de bienes públicos y privados como también daños severos en el Medio Ambiente.

Lograr la armonía entre el uso del espacio geográfico y los fenómenos naturales, es uno de los objetivos del presente Plan Regulador Comunal de Hualpén. Para alcanzar este objetivo, se debe asumir que los riesgos naturales implican restricciones al desarrollo urbano. En este sentido, reconocer y analizar las áreas de más alto riesgo natural o con mayor exposición a él, constituye una información de alto valor, para limitar "fundadamente" la ocupación del suelo de la comuna de Hualpén.

Por otra parte, las "zonas no edificables" también implican restricciones para la ocupación del suelo. De acuerdo a la OGUC, se entiende por "zonas no edificables", aquéllas zonas en que, por su especial naturaleza y ubicación, no es posible construir.

Ejemplo de ello son los radios de protección de obras de infraestructura peligrosa, siempre que se encuentren reconocidas por el ordenamiento jurídico vigente. En el marco del presente estudio de Riesgos y de Protección Ambiental, se reconocen 4 tipos de "zonas no edificables", los que se encuentran además, incorporados en la planimetría correspondiente.

La OGUC reúne los conceptos de "áreas de riesgo" y "zonas no edificables", bajo el concepto de "áreas restringidas al desarrollo urbano, por constituir un peligro potencial para los asentamientos humanos". Dicha ordenanza indica que estas áreas se determinarán en base a las siguientes características:

-) Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
-) Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
-) Zonas con peligro de ser afectadas por actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas.
-) Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana.

Considerando que la comuna de Hualpén no se encuentra afecta al peligro derivado de actividad volcánica, ríos de lava o fallas geológicas, este riesgo no se incluye en este estudio.

Finalmente, este estudio se complementa con el reconocimiento de las "áreas de protección de recursos de valor natural", entendiéndose por tales, exclusivamente aquellas zonas o elementos naturales protegidos por el ordenamiento jurídico vigente.

2.- ÁREAS DE RIESGO EN LA COMUNA DE HUALPEN.

2.1.- ZONAS INUNDABLES O POTENCIALMENTE INUNDABLES.

Se consulta en este estudio, para el riesgo de zonas inundables o potencialmente inundables, los siguientes riesgos específicos:

-) **Riesgo de inundación por tsunami.**
-) **Riesgo de inundación por desborde de cauce.**
-) **Riesgo de inundación por anegamiento.**

Las áreas restringidas al desarrollo urbano por presencia de zonas inundables o potencialmente inundables, considera en este caso, la eventual ocurrencia de tsunamis o maremotos y sus consiguientes efectos sobre las áreas que dicho fenómeno pudiera afectar. Se distingue en este caso, los tsunamis originados por movimientos sísmicos cercanos a la costa chilena² y los tsunamis generados por efectos sísmicos lejanos³. Por su parte, el riesgo de inundación por desborde de cauce, se asocia en este estudio a la presencia del sistema fluvial del Biobío y al estuario de Lenga. Este riesgo incluye los lechos de quebradas existentes y sus eventuales áreas de inundación.

Por último, el riesgo de anegamiento se relaciona con napas freáticas muy superficiales y a un régimen pluviométrico intenso, cuya consecuencia se traduce en la incapacidad del suelo de infiltrar el agua lluvia.

2.1.1.- Riesgo de inundación por tsunami.

a.- Descripción.

Corresponde a la inundación de áreas costeras por efecto de altas olas que irrumpen en las zonas bajas litorales. Estos eventos se asocian generalmente a sismos de alta intensidad, que provocan el hundimiento del fondo marino y el consecuente movimiento del agua sobreyacente (Mardones et al, 1995). Los factores que más influyen en las áreas con riesgo de inundación por tsunami son la morfología litoral, la pendiente, la configuración de las bahías y la topografía o altitud en relación al nivel del mar.

Cabe señalar que los efectos del sismo y tsunami de febrero de 2010 no fueron relevantes desde el punto de vista de los desbordes por crecidas en el área de Hualpén, ya que éstas sólo afectaron al sector de Lenga.

No obstante, los factores geotectónicos y morfológicos que afectan a la vecina comuna de Talcahuano, asociados a un alto potencial sísmico de la Región, elevan la vulnerabilidad de la comuna de Hualpén frente al riesgo de tsunami. Ello, debido a su proximidad con la comuna de Talcahuano, la que alcanza a 5,5 km medidos desde el centro de cada comuna. Lo anterior se comprueba a partir de evidencias que demuestran que el área de Hualpén ha sido afectada por, al menos un tsunami destructivo, correspondiente al tsunami de 1835 (SHOA, 2004).

Sobre esta base, el área afectada por el riesgo de tsunami corresponde a la costa del Golfo de Arauco y las bahías de Concepción y especialmente San Vicente. En este sentido, el territorio más afectado sería aquél que se interna tierra adentro, a una distancia de 2 kilómetros de la línea de costa, incluyendo la desembocadura del río Biobío y las llanuras litorales de alturas inferiores a la altura que alcance la ola que ocasione el tsunami. (Soto, 1994). Cabe señalar que

² Como ejemplo se cita el tsunami de 27/F de 2010

³ Como ejemplo se cita las marejadas producidas en marzo de 2011, por el terremoto de Japón

en el terremoto de 1960, el tsunami que afectó también la zona de estudio, alcanzó olas de entre 2,5 y 3,6 metros de altura, medidas en el muelle de Lirquén. Este mismo tsunami alcanzó olas de 2 m de altura en las comunas de Coronel y Dichato.

Los resultados han sido validados considerando la información histórica disponible y algunos estudios científicos recientes del terremoto de 1835. Se hace notar que, con relación a los niveles de inundación señalados en la carta (1835), en la realidad podrían ocurrir algunas variaciones respecto a los resultados de la simulación, puesto que el modelo numérico aplicado no considera aspectos hidrodinámicos asociados a la disipación de la energía del tsunami al llegar a la costa. Ello, debido a la existencia de nuevas construcciones, tales como muelles, edificios u otras construcciones de regular tamaño.

En el evento del 27/F y posterior tsunami, varias comunas fueron afectadas, tanto como por el movimiento sísmico propiamente tal, como por el tsunami que fue el causante de la mayor destrucción. Numerosas instituciones han realizado levantamientos topográficos que registran los límites de inundación del tsunami del pasado 27/F, pero a esta información aún se tiene un acceso limitado.

En el siguiente cuadro (Nº 1), se puede observar que la altura de inundación en lugares residenciales no supera los 9 m, lo cual se registra como marcas en las casas o muros de edificios en muchos sectores de la Región. Sin embargo, en la comuna de Hualpén no se registraron daños mayores (por efecto de tsunami) que afectaran a la población ni registros que determinen que el evento del 27/F haya afectado sustancialmente a los residentes cercanos a la costa. Cabe señalar que esto se explica, pues el epicentro del terremoto se produjo en la zona norte, entre Constitución y Cobquecura, dejando las costas de Hualpén a relativo resguardo. Sin embargo, es importante señalar que la Caleta Lenga, presenta un 100% de exposición de alto riesgo de inundación por tsunami, en cuyo caso se vería afectada toda la población residente y los equipamientos de tipo gastronómicos ampliamente visitados por turistas como también por la población que reside en la intercomuna.

Cuadro N° 1
Eventos históricos de tsunamis

date & time		place			height (m)	marks	Inundation or Runup	Tsunami arrival time (assumed for tide-level adjustment)	Tide level at the event from DL (m)	Tide level at the measured time from DL (m)	Inundation/Runup height after tide-level adjustment (m)	Person in charge
date	time	village	Longitude (W)	Latitude (S)								
4/3	15:15	Llolleo	71.6259	33.6070	2.67	tree	I	2010/2/27 3:55	0.13	0.83	3.37	Tomoya Shibayama, Miguel Esteban, Satoshi Takewaka, Takahito Mikami, Koichiro Ohira
	15:15		71.6255	33.6071	2.08	roof of house	I	2010/2/27 3:55	0.13	0.83	2.78	
	18:18	Cartagena	71.6005	33.5377	1.11	cliff	R	2010/2/27 3:55	0.13	0.16	1.14	
4/4	15:48	Iloca	72.1862	34.9524	3.89	house1	I	2010/2/27 3:55	0.16	1.03	4.76	
	15:48		72.1863	34.9524	4.72	power pole	I	2010/2/27 3:55	0.16	1.03	5.58	
	15:48		72.1859	34.9527	3.36	house2	I	2010/2/27 3:55	0.16	1.03	4.23	
	17:05		72.1782	34.9907	8.50	cliff	R	2010/2/27 3:55	0.16	0.83	9.17	
4/5	9:35	Constitucion	72.4104	35.3249	5.01	house1	I	2010/2/27 4:30	0.13	1.62	6.50	
	9:35		72.4086	35.3244	6.25	house2	I	2010/2/27 4:30	0.13	1.62	7.74	
	9:35		72.4067	35.3298	6.30	tree	I	2010/2/27 4:30	0.13	1.62	7.79	
	9:35		72.4101	35.3244	4.85	condominium building	I	2010/2/27 4:30	0.13	1.62	6.34	
	13:15		72.3988	35.3155	7.61	tree	I	2010/2/27 4:30	0.13	0.21	7.69	
	13:15		72.3991	35.3154	9.79	tree	I	2010/2/27 4:30	0.13	0.21	9.87	
4/6	9:22	Penca	72.9950	36.7360	4.63	house1	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.8	4.66	
	9:22		72.9950	36.7360	5.33	tree	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.8	5.36	
	9:55		72.9943	36.7355	5.06	house2	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.71	5.00	
	10:10		72.9930	36.7340	5.07	house3	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.68	4.98	
	12:26	Dichato	72.9364	36.5474	7.62	house1	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	7.45	
	12:26		72.9368	36.5467	8.16	tree1	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	7.99	
	12:26		72.9357	36.5480	6.44	house2	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	6.27	
	12:26		72.9357	36.5479	7.00	house3	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	6.83	
	12:26		72.9351	36.5475	7.04	house4	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	6.87	
	12:26		72.9345	36.5483	6.38	house5	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	6.21	
	12:26		72.9333	36.5486	4.73	house6	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	4.56	
	14:58		72.9313	36.5479	7.56	house7	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.60	7.39	
	15:17		72.9324	36.5453	6.32	tree2	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.88	6.43	
	15:40		72.9317	36.5446	7.55	tree3	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.91	7.69	
	17:29	collumo	72.9569	36.5563	7.63	tree	I	2010/2/27 7:00	0.77	1.01	7.87	
4/7	12:25	Tirua	73.5017	38.3420	20.42	cliff1	R	2010/2/27 4:50	0.16	0.38	20.64	
	12:45		73.5027	38.3415	18.74	cliff2	R	2010/2/27 4:50	0.16	0.36	18.94	
	12:57		73.5035	38.3411	20.13	cliff3	R	2010/2/27 4:50	0.16	0.35	20.32	
	17:51	Llico	73.5631	37.1946	5.94	house	I	2010/2/27 6:00	0.16	0.85	6.63	
	18:14		73.5676	37.1904	17.49	cliff	R	2010/2/27 6:00	0.16	0.90	18.23	
4/8	9:20	Talcahuano	73.1006	36.7271	5.95	wall in factory	I	2010/2/27 7:00	0.77	1.21	6.39	
	11:40	Tumbes	73.0929	36.6269	7.55	house	I	2010/2/27 7:00	0.77	0.80	7.58	
	11:50		73.0955	36.6221	6.74	cliff1	R	2010/2/27 7:00	0.77	0.77	6.74	
	12:00		73.0969	36.6217	8.66	cliff2	R	2010/2/27 7:00	0.77	0.75	8.64	
	12:00		73.0934	36.6247	9.56	cliff3	R	2010/2/27 7:00	0.77	0.75	9.54	

Fuente: Levantamiento en terreno realizado por equipo de científicos japoneses, Obtenido desde el estudio de riesgos de la UBB.

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

Para establecer las zonas de riesgo de tsunami, las que se incorporan como áreas restringidas al desarrollo urbano en el Plan Regulador Comunal de Hualpén, se analizó la carta del SHOA, el estudio de riesgos de la UBB y el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, procediendo a discriminar entre estos tres estudios, de acuerdo a lo señalado a continuación:

- Carta del SHOA:** Analizada esta información, se concluye que no resulta pertinente utilizar estos antecedentes, que datan del 2004, ya que fue diseñada exclusivamente para la Bahía de San Vicente (zona portuaria e industrial), y en consecuencia, alcanza sólo a abarcar una pequeña porción de territorio de la comuna de Hualpén, correspondiente a una franja aproximada de 500m, medidos desde la línea de costa hacia el interior. La carta del SHOA alcanza a incluir la caleta Lengua, pero no avanza hasta visualizar el área inundable por tsunami a partir de los 500 metros hacia el interior

de la comuna. Por este motivo, se descarta el estudio del SHOA para efectos de determinar el área inundable de Hualpén por riesgo de tsunami.

-) **Estudio de SERNAGEOMIN:** Analizada la información incluida en este estudio, particularmente la carta de peligro de inundación por tsunami del SERNAGEOMIN (2010), se decide no considerar esta información, ya que la elaboración de este mapa se orientó a identificar sólo los terrenos que brindaban condiciones de seguridad ante el riesgo de tsunami (identifica exclusivamente zonas de seguridad). Es decir, este estudio se limita a identificar las áreas que se encuentran sobre la cota de 20 m.s.n.m, estableciendo que los terrenos que se encuentran bajo esta cota (20 metros) corresponderían a terrenos potencialmente inundables ante un tsunami de gran intensidad. Debido a este análisis somero realizado por SERNAGEOMIN, se observa que todo el plano urbano de la comuna de Hualpén queda expuesto a inundación. Si bien esta carta representa una herramienta orientadora, que puede ser considerada como un antecedente válido para elaborar Planes de Emergencia, no puede obviarse que fue diseñada mediante una metodología sencilla, que no da cuenta de la propagación del tsunami ni de las altura de inundación. Es decir, no se desarrolló a partir de un modelo numérico integrado, que aportara información más precisa sobre este riesgo. Por lo anterior, se descarta este estudio para efectos de determinar el área inundable por efectos de tsunami de la comuna de Hualpén.
-) **Estudio de la UBB:** En el presente estudio de Riesgos y de Protección Ambiental, se ha decidido considerar la carta de peligro de inundación por tsunami elaborada por la UBB (2010). Esta decisión se basa en que los mapas de inundación se elaboraron a partir de modelos de análisis numérico, como se describe en el pto. "c" siguiente, referido a la metodología utilizada por el estudio base. Tal metodología reconoce los niveles de peligrosidad como "somero", "mediano" y "profundo". De acuerdo con esta clasificación (Cuadro N° 2), la altura de flujo definida como "profundo" representaría la mayor amenaza de tsunami, ya que por sobre esta altura (2 metros), las casas de un nivel (3,5 m) y de madera o de material ligero, podrían ser levantadas de sus fundaciones y desplazadas de su posición original. Sin embargo, las viviendas de albañilería u hormigón armado no sufrirían daños severos en su estructura, aún cuando los elementos secundarios y arquitectónicos sean completamente destruidos (Takahashi et al 2010).

Cuadro N°2
Criterios para definir las alturas de flujo.

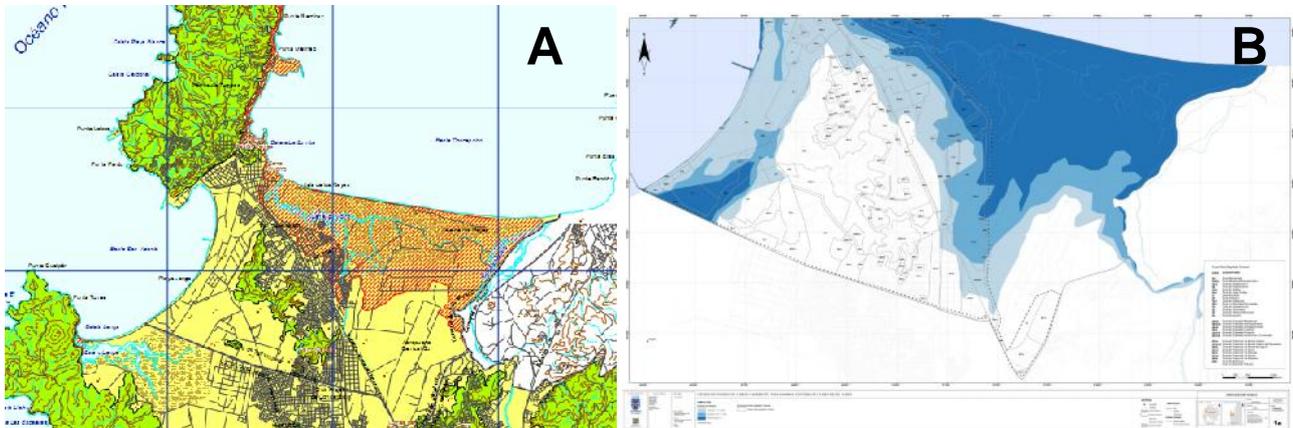
Categoría	Altura de flujo	Descripción
1(somero)	$0 < h \leq 0.5m$	No generan daño en viviendas, independiente de la materialidad.
2 (mediano)	$0.5 < h \leq 2m$	Las viviendas de madera y material ligero pueden ser medianamente afectadas, desprendiendo muros y tabiques, pero sin arrancar completamente dichos elementos.
3 (profundo)	$2m < h$	Las casas de un piso pueden ser levantadas y desplazadas de su posición original. Sin embargo, las viviendas de albañilería u hormigón armado no sufrirán daños severos en su estructura, aún cuando los elementos secundarios y arquitectónicos sean completamente destruidos.

Fuente: UBB, 2010.

Las cartas de inundación por tsunami realizadas por la UBB, pueden validarse a través de una comparación simple entre el área inundada por el tsunami del 2010 y el área de inundación obtenida de la simulación numérica. En el caso de la comuna de Talcahuano, (Cuadro N° 3) ambas áreas son coincidentes. A su vez, las alturas de flujo mayores a 2 metros (profundo), coinciden en general con las alturas de olas registradas en la comuna. Esta comparación puede realizarse en otras localidades costeras afectadas por el tsunami de 2010, como por ejemplo Dichato, en donde ambas áreas igualmente son coincidentes.

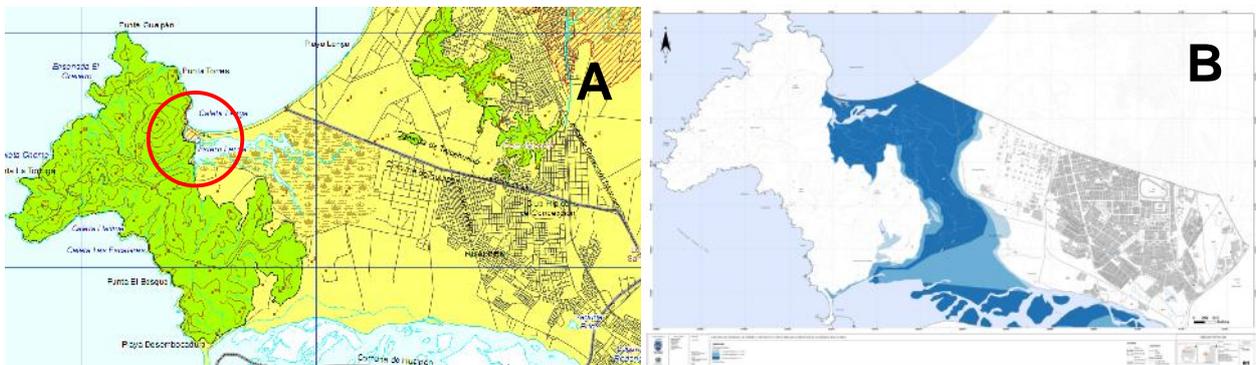
Cabe destacar, que en el caso de la comuna de Hualpén, no existe esta coincidencia entre ambos escenarios ya descritos, atendiendo a que el área de inundación del 27/F de 2010 es poco significativa comparada con el área que presenta la simulación del estudio de riesgos realizado por la UBB. En efecto, la UBB considera una extensa área de inundación que ingresa por la Bahía de San Vicente, cubre las zonas bajas asociadas al Estuario de Lenga con profundidades de flujo mayor a los 2 metros, pero no se propaga hacia el plano urbano o zona residencial de la comuna. Sin embargo, y considerando que la simulación numérica se basa en el peor escenario, es probable que futuros eventos tsunamigénicos abarquen un área de inundación como la que propone el estudio de riesgos de la UBB. Por lo tanto, en el presente estudio, se opta por definir las áreas inundables por tsunami de la comuna de Hualpén, sobre la base del estudio de riesgos de la UBB, ya que sus resultados son comprobables y se ajustan más a la realidad. Esto, debido a que utilizó información de batimetría y topografía local y consideró además, las condiciones iniciales de los eventos sísmicos a partir de información histórica.

Cuadro Nº 3
Comparación de las áreas de inundación por tsunami, comuna de Talcahuano.



Como se aprecia en el cuadro anterior, la Figura A (izquierda), representa la zona inundada por el tsunami del 27 de febrero de 2010 (zona achurada de color rojo), dibujada sobre la carta de SERNAGEOMIN. La Figura B (derecha), representa la zona inundada según simulación numérica de la UBB (2010). El área achurada con rojo en la figura A (inundación real) y el área prevista por la UBB son prácticamente coincidentes.

Cuadro Nº 4
Comparación de las áreas de inundación por tsunami, comuna de Hualpén.



En la figura A (izquierda) se muestra la zona real inundada por el tsunami del 27 de febrero (zona achurada de color rojo, destacada en círculo rojo), trazada sobre carta de SERNAGEOMIN. La figura B (derecha), muestra la zona inundable por tsunami según simulación numérica de la UBB (2010). Adicionalmente, la figura A (izquierda) corresponde al plano de inundación de tsunami de SERNAGEOMIN. Allí, toda el área color amarillo, quedaría bajo el agua, ante un tsunami de grandes proporciones. Si se recuerda, su método fue sólo identificar las áreas sobre 20 m.s.n.m.

c.- Metodología utilizada por el estudio base.

La metodología utilizada en el estudio de riesgos de la UBB, para el riesgo de tsunami, se basa en un modelo de análisis numérico (TUNAMI-N y COMCOT) que caracteriza los peores escenarios probables de los denominados "tsunamis de campo cercano" (zona de subducción entre las placas de Nazca y Sudamérica). Resulta de interés comprobar que dicho estudio realizó dos simulaciones: la primera correspondió a la combinación de los eventos tsunamigénicos de 1922, 1943, 1960 y 2010. La segunda simulación correspondió al evento de 1835. Como resultado de estas simulaciones, se obtuvo un área de inundación bien definida con distintos niveles de altura de flujo. Estos niveles de altura de flujo se definieron en base a los daños que un eventual tsunami pueda ocasionar en distintos tipos de viviendas. Esto, según observaciones realizadas con posterioridad al evento del 27 de febrero de 2010.

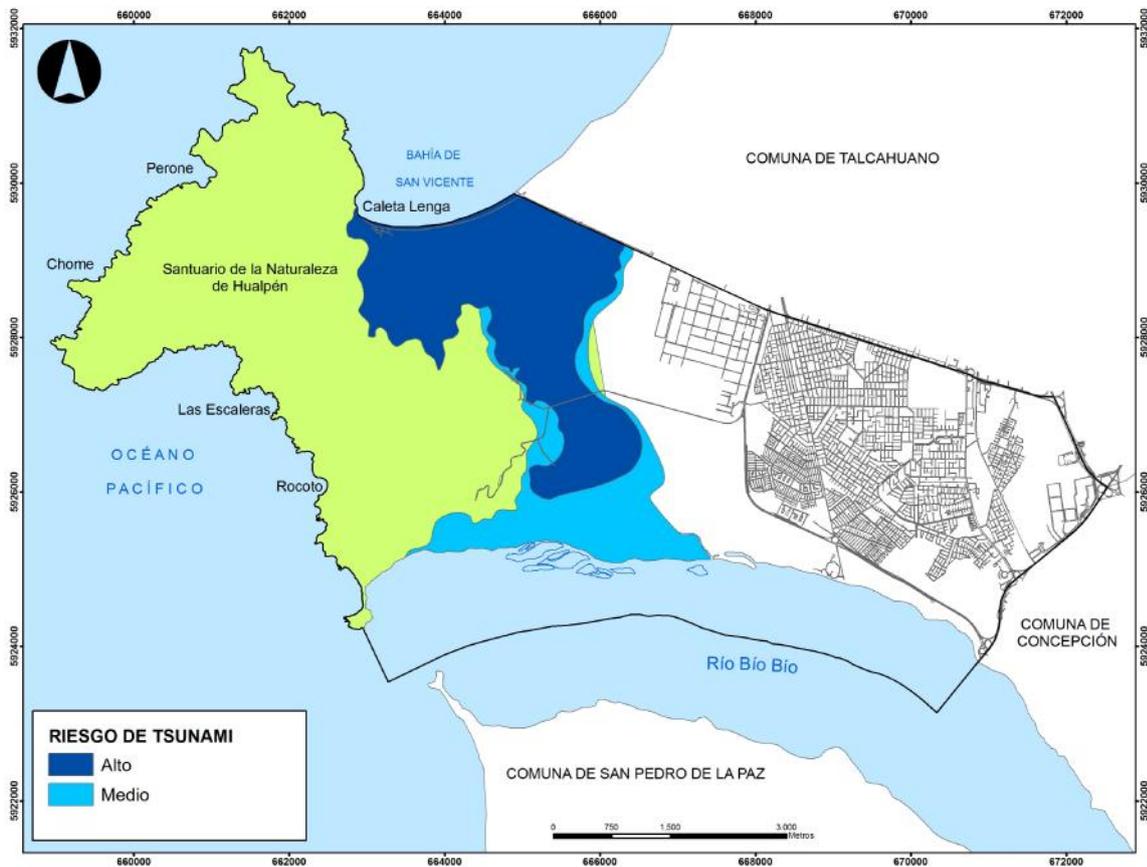
La información utilizada en el estudio de la UBB, fue la siguiente:

-)] Estudios y publicaciones científicas de eventos históricos de tsunamis en las costas de Chile, a partir de la caracterización de fuentes sismotectónicas.
-)] Batimetría exterior definida da partir de la base de datos GEBCO.
-)] Cartas náuticas (SHOA) del la costa del Biobío.
-)] Datos topográficos ASTER GDEM y datos topográficos de detalle LIDAR

d.- Mapa de riesgo de tsunami.

A continuación se muestra la carta de riesgo de tsunami para Hualpén en base al estudio de riesgos de la UBB. Se utilizaron sólo los niveles alto y medio, ya que el nivel bajo es poco significativo en superficie y en la cuantía de daños que pueda generar una altura de flujo somera (< a 0,5 metros) que, tal como se mencionó anteriormente, no generaría daño en las viviendas, independiente de su materialidad.

Figura N°5
Mapa de riesgo de tsunami, comuna de Hualpén



Fuente: Elaboración propia a partir de la UBB (2010)

e.- Medidas de mitigación.

Para las zonas con posibilidad de uso, se recomienda considerar en el IPT, baja densidad habitacional y evitar la instalación de equipamientos que concentren a un significativo número de personas. Se recomienda levantar las edificaciones, sobre la base del nivel de tierra. En cuanto a la vialidad, se sugiere considerar vías expeditas, de ancho suficiente, que permitan el desplazamiento masivo de la población a las zonas de resguardo, como medida de mitigación posible para este riesgo.

f.- Conclusiones.

Las conclusiones relacionadas con este riesgo, implican que, ante un evento de este tipo, es importante que la población comprenda que debe trasladarse en el menor tiempo posible a las zonas altas, lejos de los polígonos de inundación descritos en este capítulo. En este sentido, la comuna de Hualpén presenta suficientes sectores altos libres de riesgo. La orientación a la comunidad ante este riesgo, se puede realizar a través de Planes de Emergencia. Cabe señalar que, el área afecta a este riesgo, coincide en su mayor parte con el Estuario de Lengua, el que igualmente se encuentra limitado al uso urbano, lo que significa una clara ventaja.

2.1.2.- Riesgo de inundación por desborde de cauce.

a.- Descripción.

Otra forma de expresión del riesgo por zonas inundables o potencialmente inundables, dice relación con la posibilidad de desborde de cauce o "inundación fluvial". Este fenómeno natural se define como la invasión de un territorio por el escurrimiento descontrolado de una crecida fluvial. Los principales factores que inciden en la ocurrencia de inundaciones en Hualpén, se asocian a pendientes bajas inferiores a 2.9°; alturas inferiores a 5m; la morfología de terrazas; llanuras; paleocauces y marismas, además de otros factores externos como la hidrología y la meteorología.

Así, las zonas con riesgo inundación fluvial corresponden a las áreas ocupadas por las aguas provenientes de los ríos y esteros (superficiales o subterráneos), que por factores climáticos extremos (lluvias peaks en 24 horas), u otros, aumentan su caudal a tal punto, que se desbordan o traspasan su lecho mayor de inundación. También se expresa, al aflorar agua a la superficie, de manera que provocan su distribución y/o anegamiento sobre la superficie de los terrenos contiguos.

Otros factores que inciden en este riesgo son los terrenos con cortes originados por la construcción de caminos que atraviesan el cauce de los ríos, cuya falta de tratamiento deriva en un aporte continuo de sedimentos que se asientan en el lecho fluvial. La sedimentación disminuye la capacidad de infiltración del lecho del río, sube su nivel de base y disminuye la capacidad carga y transporte de su cauce.

Algunos factores antrópicos como la modificación de riberas por extracción de áridos o el remodelado de áreas dunarias son también incidentes en la ocurrencia de desbordamientos de los cauces de agua, como las graves inundaciones producidas en el Centro Metropolitano de Concepción (Mardones et al, 1995).

En el presente caso de Hualpén, las zonas definidas con riesgo de inundación por desborde de cauce se localizan en las terrazas bajas del río Biobío y en las zonas de paleocanales del Biobío, particularmente en el sector de Lengua. (ver cuadro N° 6)

Cuadro N° 6
Inundación Lengua, julio de 2006



En el caso de las terrazas bajas, la construcción, relleno y compactación de la vía costanera ha hecho que disminuya este riesgo. No obstante, hacia la desembocadura, la potencialidad de inundaciones existe y es presumible que esta área canalice las inundaciones, como ocurrió en el invierno de 2006. En este caso, se detectaron inundaciones por desborde frecuente del Estero Lengua, con flujos de altura mayor a 2 metros sobre el nivel medio del mar en algunos

sectores. Dada su baja pendiente, el cauce tiende a ocupar vastas áreas durante las crecidas, cuando además el río Biobío aporta caudales importantes.

A pesar de que el río Biobío no cuenta con obras de protección en esta comuna (aguas abajo del puente Juan Pablo II, debido a la presencia de extracción de áridos en esa zona), la vía costanera limita sus efectos sobre las áreas construidas. El riesgo de desborde de cauces se asocia además a otros cuerpos de agua menores, como la Laguna Price, estero Los Boldos, entre otros. Los factores que pueden incidir en la activación de este riesgo, son: La topografía, la morfología, la litología y el factor antrópico. La ponderación de los factores de riesgo de inundación fluvial se indica en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº 7
Ponderación de los factores de riesgo por desborde de cauce

FACTORES/ RIESGO	ALTO	MEDIO	BAJO o sin riesgo
Topografía	<5m	5-8 m	>8m
Morfología	Terraza fluvial inferior, llanura baja, paleocanales	Terraza fluvial media	Terraza fluvial superior, cordones, plataformas
Litología	Limos y arcillas	Arenas finas	Arenas medias a gruesas
Antrópico	Riberas explotadas o desprotegidas	Riberas medianamente protegidas	Riberas protegidas

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

Para establecer las zonas de riesgo por desborde de cauce o inundación fluvial, las que se incorporan como áreas restringidas al desarrollo urbano en el Plan Regulador Comunal de Hualpén, se analizó el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN y el estudio de riesgos de la UBB, procediendo a discriminar entre ambos estudios, de acuerdo a lo señalado a continuación:

-) **Estudio de riesgos de SERNAGEOMIN:** Este estudio define una única área de inundación, que corresponde al área de mayor impacto y frecuencia de inundación por desborde de cauce. Sin embargo, no se encuentra jerarquizado en niveles, que permitan una mayor precisión de este riesgo. Para la definición de esta área se utilizaron como insumos; imágenes satelitales, modelos de elevación digital, mapas geológicos y geomorfológicos y fotografías aéreas, además de antecedentes técnicos sobre las inundaciones de los años 2005 y 2006. Este estudio se consideró solo para definir la zona de riesgo medio de la comuna de Hualpén, ya que el estudio de la UBB descrito en el punto siguiente, en esta área, era poco claro en cuanto a la definición de zonas (se observan manchas dispersas) no así en la definición de la amenaza alta, donde se observa fácilmente la superficie inundable, como se describe en el siguiente punto.
-) **Estudio de riesgos de la UBB.** En este estudio se modeló la amenaza de inundación por desborde de cauces, conforme a superposición cartográfica precisada a continuación en el pto. "c" sobre metodología utilizada por el estudio. El mapa de amenaza de la comuna de Hualpén se obtuvo del modelamiento de los cauces naturales

del río Biobío y del estero Lenga, y a diferencia del estudio de SERNAGEOMIN, se definieron tres niveles de amenaza; alta, media y baja.

Cuadro N°8
Criterios para definir umbrales de riesgo por desborde de cauce

Umbrales de amenaza por desborde de cauce	Condiciones
Área de amenaza alta	Corresponde a la de inundación más frecuente, considerando un periodo de retorno de 2 años, o a zonas con altura de agua superior a 2 m o velocidad de flujo mayor a 2 m/s, para otros periodos de retorno.
Área de amenaza media	Corresponde a la de inundación no tan frecuente, considerando un periodo de retorno de 10 años, o con rangos de altura y velocidad de flujo no contempladas en los otros niveles de amenaza. En los casos en los que las otras áreas estén muy cercanas no se elabora.
Área de amenaza baja	Corresponde a la de inundación muy poco frecuente, considerando un periodo de retorno de 50 años, y con altura del agua bajo los 2 m, con velocidad menor a 2 m/s menos la altura de agua.

El nivel de amenaza alta, asociada a las crecidas aguas abajo del río Biobío y al desborde frecuente del estuario Lenga, (quien además recibe los aportes subterráneos del río Biobío durante crecidas extremas) coincide con el área de inundación del SERNAGEOMIN, por lo cual se definió esta área como zona de amenaza alta para Hualpén.

Debido a que las áreas de amenaza media del estudio de la UBB corresponden a pequeñas porciones (o manchas) dispersos sobre el territorio, es difícil definir un solo polígono continuo. Por lo tanto, se optó por considerar con nivel de amenaza media, el área comprendida dentro del área de inundación propuesta por SERNAGEOMIN, tal como se indicó en el punto anterior.

Es decir, el nivel medio de inundación, corresponde al área de inundación del SERNAGEOMIN que coincide con los niveles de amenaza media y baja de la UBB.

A continuación se muestra el mapa de inundación por desborde de cauce para Hualpén, que quedó definido en un solo nivel; alta. La amenaza alta corresponde a la definida por la UBB a partir de la modelación del río Biobío y del estuario Lenga. No se considero la zona media por que las zonas son poco significativas, esto según pendiente y nivel. Además, en la zona existe un tiempo de retorno de 2 a 10 años.

c.- Metodología utilizada por el estudio base.

La metodología utilizada en el estudio de riesgos de la UBB, para el riesgo de desborde de cauce, consideró la modelación unidimensional del flujo en redes de drenaje de cauces

naturales o sistemas de canales artificiales a través del software HEC-RAS, (2010) diseñado exclusivamente para los efectos de modelación. Este software HEC-RAS está diseñado para la modelación unidimensional del flujo en redes de drenaje de cauces naturales o sistemas de canales artificiales (RAS: River Analysis System). Fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC: Hidrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (US Army Corp of Engineering).

La geometría de los cauces se obtuvo de las siguientes fuentes:

-) Base datos Lidar con red de puntos cada 2.5 m por 2.5 m.
-) Datos Aster con red de puntos cada 30 m por 30 m.
-) Puntos levantados en terreno con nivel y huincha
-) Google Earth

Para la definición de variables como la rugosidad se utilizó

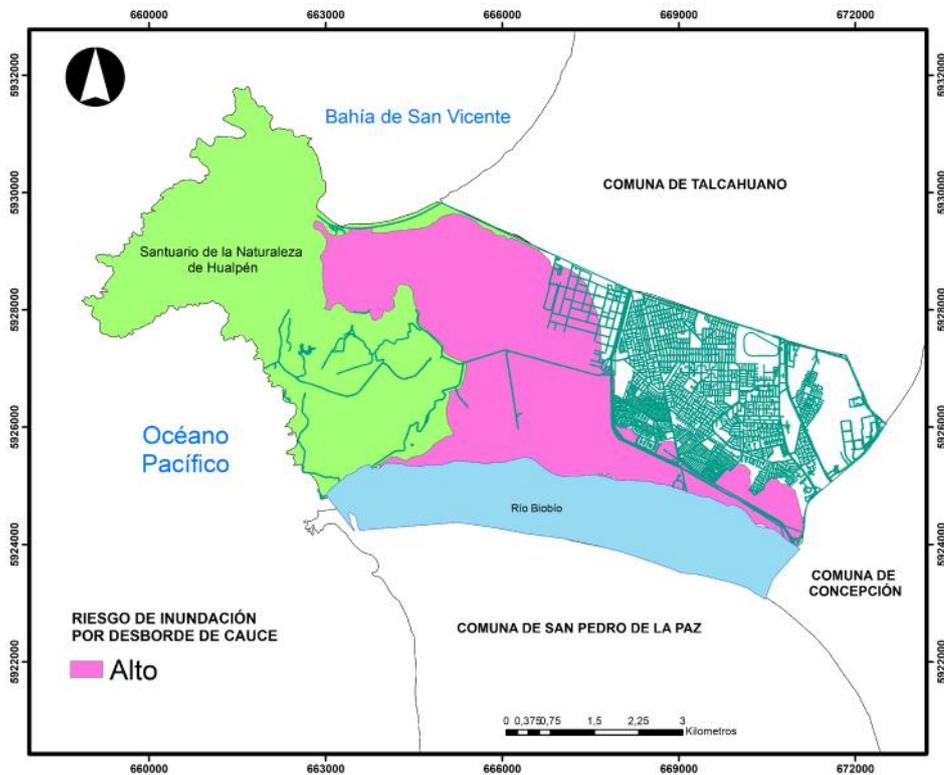
-) Tabla 5-6 de Ven Te Chow (1994)
-) Visitas a terreno
-) Fotos
-) Google Earth

Por su parte, el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, cartografió la información de este riesgo, en base a imágenes satelitales, modelos de elevación digital, revisión de mapas geológico-morfológicos y fotografías aéreas tomadas en los eventos de inundación del año 2006.

d.- Mapa de riesgo por desborde de cauce.

A continuación se muestra la carta de riesgo por desborde de cauce para Hualpén en base a los estudios de riesgos de la UBB y de SERNAGEOMIN. Se utilizó sólo un nivel, el Alto, ya que el nivel medio y bajo es poco significativo en superficie. Cabe mencionar, que se ajustó el área de inundación en los sectores residenciales, ya que recientes rellenos de arena han elevado el área, dejándola fuera del riesgo de desborde de cauce.

Cuadro N°9
Mapa de riesgo por desborde de cauce, comuna de Hualpén



Fuente: Elaboración propia (2018), a partir de Estudios: UBB (2010) y SERNAGEOMIN (2010).

e.- Medidas de mitigación:

Para los efectos del IPT de Hualpén, se sugiere considerar fajas no edificables, en torno de los cursos de agua, que permitan asegurar el normal escurrimiento de las aguas superficiales. De esta manera, se protege el proceso de absorción y regulación de las aguas lluvias. En los bordes de cauces, se sugiere contemplar fajas de protección de 20 m en ambas riberas, destinadas a áreas verdes, paseos y parques.

Como obras de mitigación para las urbanizaciones que se desarrollen en áreas afectadas por este riesgo, se recomienda establecer niveles de edificación más alto que el nivel de terreno, según estudio desarrollado, efectuando un trazado que permita conducir las aguas ante eventos de inundación. Los espacios públicos requerirán contemplar las pendientes suficientes para asegurar el escurrimiento de las aguas y considerar una cantidad mayor de sumideros, al que arroje el cálculo pluviométrico.

f.- Conclusiones

Los sectores afectados por inundaciones requieren ser debidamente manejados en términos del equilibrio natural y de su aporte al paisaje comunal, de forma que se integren armónicamente al sistema territorial mediante el tratamiento adecuado de sus cuencas.

En función de ello, se precisa que la delimitación de las áreas de riesgo correspondientes a los ejes hidráulicos y poligonales de quebradas existentes en la Península de Hualpén, sean re-

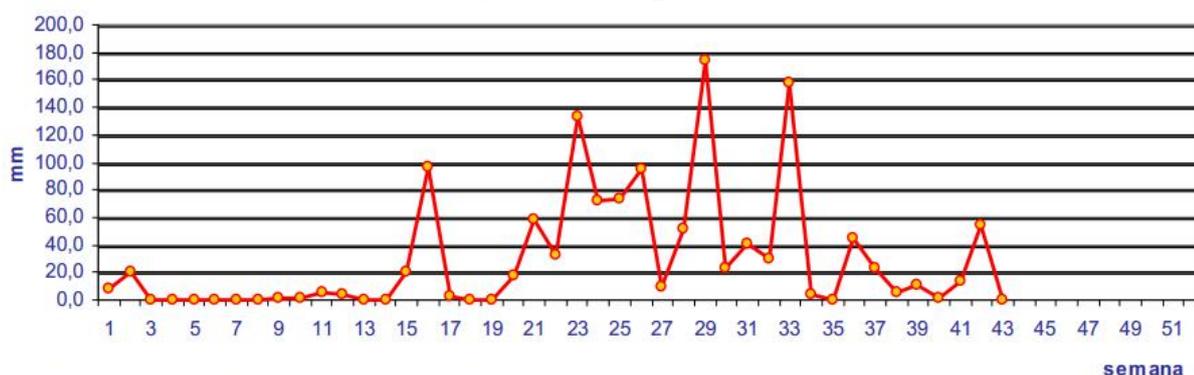
estudiados ante nuevos desastres naturales, toda vez que los aluviones acontecidos en la comuna, han demostrado que son capaces de modificar sustancialmente el territorio impactado, y como consecuencia de ello, alteran las áreas reconocidas como de riesgo.

2.1.3.- Riesgo de Inundación por Anegamiento.

a.- Descripción.

Se incluye en esta categoría el fenómeno natural del "anegamiento", entendido como la acumulación de agua lluvia sobre la superficie del suelo. Este proceso se ve favorecido por factores climáticos como la intensidad de la lluvia diaria, la acumulación de ésta en periodos de 3 días consecutivos y, en definitiva, la incapacidad del suelo para infiltrar las aguas acumuladas. Como ejemplo de lo anterior, baste citar las intensas lluvias ocurridas en el año 2006, en donde las precipitaciones se mantuvieron por 7 días seguidos, comprendiendo aproximadamente 174.2 mm de agua caída en la semana del evento, tal como se aprecia en el siguiente Cuadro.

Cuadro Nº 10
Precipitaciones según semana.



Fuente: Dirección Meteorológica de Chile estación Carriel Sur, Concepción.

En el territorio comunal de Hualpén se consideran los siguientes umbrales de ocurrencia para estos procesos:

-) Desde el punto de vista litológico son especialmente vulnerables las arcillas, limos y rocas impermeables, morfométricamente expuestas, que están en zonas planas de pendientes inferiores a 0.1°.
-) Las geoformas de mayor riesgo son los paleocauces y las áreas de marismas.
-) Finalmente, la presencia de rellenos artificiales son uno de los factores antrópicos que más fuertemente influyen en la activación de estos procesos. (Ilabaca, 1996; Mardones et al, 1995).

El siguiente cuadro muestra los umbrales referidos a este riesgo:

Cuadro Nº 11
Ponderación de los factores de riesgo de anegamiento

FACTORES/ RIESGO	ALTO	MEDIO	BAJO o sin riesgo
Litología	Limos, arcillas, suelos impermeables	Arenas finas	Arenas medias-gruesas, suelos permeables
Morfometría de pendientes	<0.1°	1 – 0.1°	>1°
Morfología	Paleocauces, llanuras, terrazas inferiores, depresiones	Terrazas medias	Plataformas, cordones y escarpes
Obstrucciones naturales/artificiales	Obstrucción total	Obstrucción débil	Sin obstrucciones

Fuente: Mardones et al, 1992; Mardones y Vidal 2001, Jaque, 2005.

El fenómeno de inundación por anegamiento en Hualpén está fuertemente asociado a las zonas con napa freática superficial, presente en los sectores de humedales, paleocauces y marismas protegidos por el Santuario de la Naturaleza de Hualpén. En menor medida, y debido a los rellenos de áreas urbanas, este riesgo se presenta en los bordes de lagunas como René Schneider, Price y el humedal Los Boldos. En Hualpén existen zonas bajas que sufren anegamiento recurrente por drenaje insuficiente, como en el sector Laguna Price.

Los efectos producidos por el riesgo de anegamiento son igualmente perjudiciales como los efectos del desborde de cauces.

En la siguiente fotografía se aprecia el área anegada, luego de las precipitaciones de julio de 2006.

Cuadro Nº 12

Áreas de anegamiento en Hualpén, a raíz de las precipitaciones de 2006



Fuente: José Léniz, 2006

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

Para establecer las zonas de riesgo de anegamiento, las que se incorporan como áreas restringidas al desarrollo urbano en el Plan Regulador Comunal de Hualpén, se consideró el estudio de riesgos de la UBB y el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, procediendo a discriminar entre ambos estudios, de acuerdo a lo señalado a continuación:

-) **Estudio de riesgos de la UBB:** Este estudio incluye el riesgo de anegamiento al interior del riesgo de inundación por desborde de cauce. Ello se detecta al comparar las cartas de la UBB con la de SERNAGEOMIN. En efecto, este último diferenció el riesgo de inundación, respecto al de anegamiento, detectándose que las áreas indicadas por SERNAGEOMIN como zonas de anegamiento, habían sido consideradas por la UBB como zonas de desborde de cauce, como ocurre por ejemplo en el sector de la Laguna Price. Por tal motivo, no resulta adecuado utilizar el estudio de la UBB para estos efectos
-) **Estudio de riesgos de SERNAGEOMIN:** Este estudio reconoce las zonas de riesgo alto de anegamiento, definiéndolas como aquellas áreas de "mayor recurrencia y alto impacto por anegamiento". Se decide considerar este estudio, exclusivamente para las áreas que no habían sido incluidas en el estudio de riesgo de la UBB. Se debe aclarar que los efectos de la acumulación de agua, tanto para el riesgo de inundación como para el riesgo de anegamiento son prácticamente similares, diferenciándose sólo en el origen del fenómeno.

c.- Metodología utilizada por el estudio base.

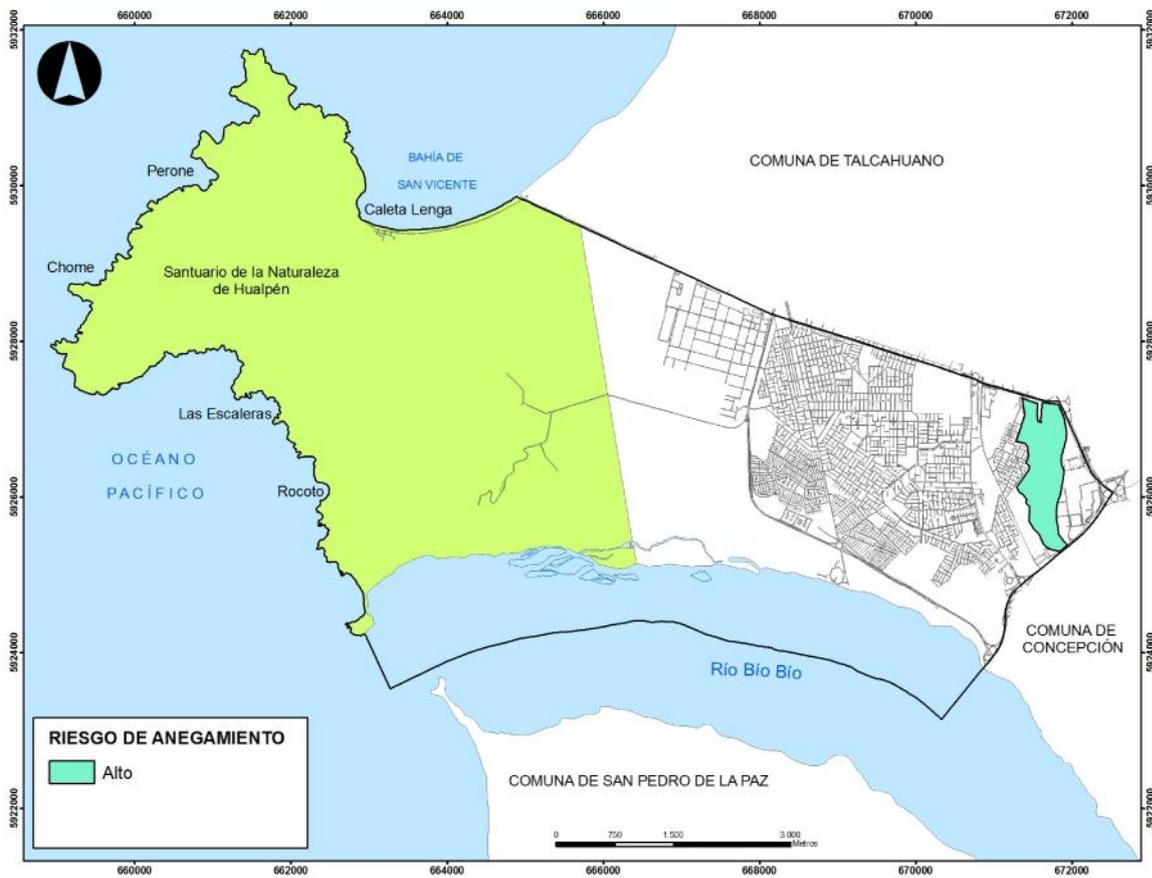
La metodología utilizada en el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, para el riesgo de anegamiento, se basa en el estudio y análisis de imágenes satelitales, modelos de elevación

digital, revisión de mapas geológico-morfológicos y fotografías aéreas tomadas en los eventos de inundación del año 2006.

d.- Mapa de riesgo de anegamiento.

A continuación se muestra la carta de riesgo de anegamiento para Hualpén, en base al estudio de riesgos de SERNAGEOMIN. Se utilizó sólo el nivel alto, ya que los otros niveles quedaban inscritos en el riesgo de inundación por desborde de cauce previsto por la UBB.

Cuadro Nº 13
Mapa de riesgo de anegamiento, comuna de Hualpén



Fuente: Elaboración propia a partir de SERNAGEOMIN (2010)

e.- Medidas de mitigación.

Como medida de mitigación, se recomienda que las obras a ejecutar, incorporen el mejoramiento de suelos, basado en estudios específicos para las nuevas urbanizaciones que se realicen.

En términos generales, resulta importante mejorar el sistema de evacuación de aguas lluvias de la comuna, junto con incorporar redes de drenaje para un mejoramiento en la evacuación y evitar anegamiento de las zonas urbanas. Cabe mencionar que es necesaria la incorporación de Educación Ambiental para la población en estos temas.

Las urbanizaciones requerirán asegurar pendientes adecuadas para el escurrimiento de aguas, ampliar el diámetro de ductos de evacuación de aguas lluvias y aumentar el número de sumideros, conforme al estudio que realice el interesado.

Se ve necesario ejecutar obras de defensa fluvial hacia el sector del Estuario Lenga, para evitar futuros eventos de anegamiento de la población de Caleta Lenga, así como obras de defensa en el sector Canal Ifarle.

f.- Conclusiones.

Para el IPT de Hualpén, se sugiere confinar las áreas afectas a anegamiento, mediante obras, tales como rutas u otras, que pudieran emplazarse a alturas mayores, que permitan definir las áreas anegadizas, evitando que éstas se extiendan más allá del radio directamente afectado. En las áreas sujetas a anegamiento, por ser en este caso de menor tamaño, se recomienda evitar toda construcción habitable.

2.2.- ZONAS PROPENSAS A AVALANCHAS, RODADOS, ALUVIONES O EROSIONES ACENTUADAS.

Se consulta en este estudio, para el riesgo de zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, el siguiente riesgo específico:

) Riesgo de remoción en masa

Las áreas restringidas al desarrollo urbano por presencia del riesgo de remoción en masa, considera en este caso, sólo la **Península de Hualpén**, ya que el resto del área comunal se encuentra exenta de este riesgo, por su morfología mayoritariamente plana.

2.2.1.- Riesgo de remoción en masa.

a.- Descripción.

El riesgo de remoción en masa, está asociado a dos procesos morfogenéticos vinculados a la presencia de laderas inestables, lo que alude al descenso masivo y rápido de los materiales a lo largo de una vertiente. Para este riesgo, los factores detonantes son litológicos, morfométricos o estructurales (sismos que producen deslizamiento y caídas). Se suman a ellos, factores climáticos, dentro de los que destacan las lluvias intensas, las que producen en su mayoría flujos y deslizamiento. Sin embargo, ambos factores son capaces de desencadenar todos los tipos de remociones en masa.

Los factores específicos de este riesgo que intervienen corresponden a: la morfometría de pendientes; la morfología referida a las geoformas presentes en el territorio; la litología referida al grado de alteración de las rocas y la cobertura vegetal; factores ponderados según los criterios expresados en el siguiente cuadro. Cabe señalar que los factores pueden actuar por si solos o combinados para la ocurrencia del riesgo de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

Cuadro Nº 14
Factores de riesgo de remoción en masa

FACTORES/ RIESGO	ALTO	MEDIO	BAJO o sin riesgo
Morfometría de pendientes	> de 20°	10° a 20°	< de 10°
Morfología	Escarpes fuertes de acantilados y laderas de cordones montañosos	Cordones montañosos y laderas, escarpes medianos.	Terrazas, Plataformas, Llanura, terrenos planos.
Litología	Roca alterada e incoherente	Roca fracturada semicoherente	Roca sana
Cobertura vegetal	< a 50%	Entre 75% y 50%	> de 75%

Fuente: Mardones et al, 1992; Mardones y Vidal 2001, Jaque, 2005.

La comuna de Hualpén se caracteriza por presentar mínimas pendientes en su zona urbana, correspondiendo a terrenos con planicies inferiores a los 10°. En su morfometría de pendientes, se define por tener un sector de terrazas de topografía plana a ondulada entre la bahía de San Vicente y la boca norte de la desembocadura del río Biobío con algunos cerros como el del Conejo (53 m.s.n.m.) y Teltrén (144 m.s.n.m.).

Hacia el noroeste se encuentran las formaciones montañosas de las Tetas Norte y Sur que alcanzan 238 m.s.n.m. y 247 m.s.n.m., respectivamente. Pese a esto, Hualpén se caracteriza por la presencia de un sistema montañoso en la Península de Hualpén, conformado por los cerros Teta Norte y Teta Sur, los cuales presenta en sus laderas y acantilados costeros de las terrazas; erosión marina y procesos de ablación marina, con presencia de profundas quebradas y pequeños cerros islas adyacentes a la Península de Hualpén.

Para la comuna de Hualpén se han distinguido diversos umbrales para cada factor, a partir de los cuales podrían desencadenarse este los procesos de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas. Para las rocas graníticas y metamórficas, la pendiente umbral se da sobre los 20°, correspondiente a las zonas del Macizo de la Península de Hualpén. Las laderas expuestas al norte y al oeste resultan ser en esta área, las de mayor humedad. En efecto, se ha calculado que cuando las precipitaciones superan los 100 mm en períodos de 72 horas, se intensifican los procesos de derrumbes (Peña et al, 1993).

Por otra parte, es posible observar que las áreas de riesgo de avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas se distribuyen en las zonas peninsulares de baja ocupación humana, corresponden principalmente a los sectores de laderas con pendientes de más de un 20°. Las áreas de riesgos potenciales de deslizamientos y derrumbes, se distribuyen en los contornos escarpados del Macizo Peninsular de Hualpén. Por lo tanto, Se trata de zonas con restricciones naturales a la ocupación humana, no edificables o edificables con restricciones, ya que constituyen un peligro potencial para los asentamientos humanos.

Sin perjuicio que este riesgo se localiza en la Península de Hualpén, corresponde verificar la situación particular de los asentamientos humanos que allí existen y que corresponden a: La Caleta pesquera de Chome, la Caleta Lengua y la Caleta Perone.

-) **La Caleta pesquera de Chome** se emplaza en laderas de exposición noroeste y pendiente entre 10°y 20° principalmente. Por esta condición, presenta riesgo medio de remoción en masa, la cual se puede activar fácilmente por el factor sísmico. La Caleta se encuentra delimitada por unos acantilados vivos, sobre unos lomajes de muy baja pendiente, La cual presenta escasez de cobertura vegetal de tipo matorral, además de laderas intervenidas por la construcción del camino existente.
-) **La Caleta Lengua** se emplaza al oeste de la zona urbana de la comuna, concentrada entre la obra de defensa costera y el puente sobre el estero. Dentro de sus características se da la presencia de laderas de exposición, cuyas pendientes son superiores a 20°. Cercana a la caleta, al interior del Fundo Lengua, se dan también viviendas precarias, ubicadas cercanas a laderas de exposición. Estas laderas poseen pendientes sobre los 35°, las cuales en su totalidad se encuentran provistas de un alto porcentaje de cobertura vegetal.

-) **La Caleta Perone**, presenta riesgo medio de remoción en masa por sismo. Este asentamiento se localiza en la ladera de exposición nor-este, con pendientes entre 10° y 20°. De igual manera existen pendientes sobre la máxima mencionada, en donde no se registran viviendas.

Cuadro Nº 15

Sectores propensos a remoción en masa de la Península de Hualpén.



Caleta Perone



Acantilados



Caleta Chome



Viviendas en Fundo Lengua, sector estuario

Fuente: Elaboración Propia

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

Para establecer las zonas de riesgo de remoción en masa, las que se incorporan como áreas restringidas al desarrollo urbano en el Plan Regulador Comunal de Hualpén, se analizó el estudio de riesgos de la UBB y el estudio de riesgos de SERNAGEOMIN, procediendo a discriminar entre ambos estudios, de acuerdo a lo señalado a continuación:

-) **Estudio de riesgos de SERNAGEOMIN:** Este estudio está basado sobre los principales factores que intervienen en la inestabilidad de las laderas; geología, pendiente y remociones en masa observadas en terreno. Es decir, considera factores condicionantes y detonantes de los procesos de remoción en masa, además del registro histórico de dichos procesos. Para la comuna de Hualpén identifica dos niveles de amenaza: alta y

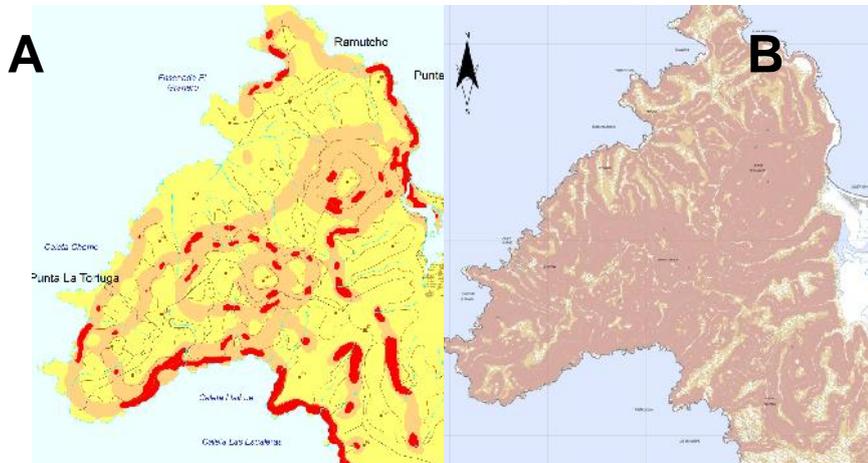
media. La amenaza alta de remoción en masa, está asociada a los acantilados costeros de la Península de Hualpén, donde, producto del terremoto del 27/F de 2010, se observaron procesos de remoción. Además, reconoce riesgo alto en algunas pequeñas porciones vinculadas a las zonas altas de la Península de Hualpén. Sin embargo, en estas zonas altas, predomina ampliamente el riesgo medio de remoción en masa. Sin perjuicio que la metodología de SERNAGEOMIN aparece acertada para el nivel de análisis requerido, los umbrales con los que se acepta el riesgo alto aparecen muy amplios, si se les compara con el riesgo alto del estudio de riesgos de la UBB.

-) **Estudio de riesgos de la UBB:** La Metodología de la UBB se dividió en tres etapas, correspondientes a Diagnóstico, Modelación y carta Final. La modelación de la susceptibilidad a movimientos en masa⁴ la realizó mediante la técnica de Evaluación Multi-Criterio (EMC) la que permite definir las áreas más susceptibles de desencadenar fenómenos de remoción en masa, ya sea de origen sísmico o por lluvias extremas. Ambos factores fueron finalmente combinados en un mapa síntesis. Dentro de las variables consideradas por el estudio de la UBB se encuentran: geología, clima, sismos, pendientes, exposición de laderas y cobertura vegetal. Así, el resultado final expuesto en el mapa de susceptibilidad reconoce niveles de susceptibilidad baja, media y alta.⁵ Considerando que el estudio de riesgos de la UBB presenta una metodología que le permitió derivar a una definición de riesgos de remoción en masa más precisa y que además, consideró umbrales más bajos para establecer el riesgo alto, este estudio considera como base, para establecer el mapa de riesgos, pero combinado con el Plan de Manejo de la Península.

⁴ Se entiende por susceptibilidad a la propensión o tendencia de una zona a ser afectada por movimientos de ladera por desestabilización o alcance, determinada a través de un análisis compartido de factores condicionantes y/o desencadenantes, cualitativo o cuantitativo, con las áreas movidas o alcanzadas (Ayala-Carcedo, 2003).

⁵ La Susceptibilidad Baja corresponde a zonas sin restricciones importantes. Puede existir eventuales deslizamientos asociados a excavaciones importantes. La Susceptibilidad Media corresponde a zonas con probables deslizamientos producidos por lluvias excepcionales, deforestación, movimientos sísmicos o excavaciones medias o grandes. La Susceptibilidad Alta se refiere a zonas no utilizables, carentes de estabilización segura.

Cuadro N° 16
Comparación riesgo de remoción en masa SERNAGEOMIN y UBB



Como se aprecia en el cuadro anterior, la figura A (izquierda), elaborada por SERNAGEOMIN, establece los polígonos color rojo como de riesgo alto de remoción en masa. Ello contrasta con la figura B (derecha), en donde la UBB utiliza el color marrón oscuro para representar el riesgo alto de remoción en masa. Claramente, la UBB considera umbrales de medición más bajos que los considerados por SERNAGEOMIN.

-) **Plan de Manejo de la Península:** Este estudio consideró una metodología que integró tres etapas, correspondientes a una primera etapa de **Diagnóstico**, una segunda etapa de **zonificación** (plan de manejo propiamente tal) y una tercera etapa de implementación. La cartografía consideró un software SIG, para la generación de un atlas cartográfico. Como software de entrega se consultó el ArcView. El proceso metodológico de este estudio, se resume en el pto. "c" siguiente, referido a la metodología utilizada en el estudio base. Las zonas de bajo riesgo de remoción en masa, corresponden a las planicies altas, las que fueron consideradas para determinar la modificación del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, definiendo allí zonas para uso urbano moderado.

Para determinar el riesgo de remoción en masa final a ser considerado en el presente estudio, se consideró el estudio de riesgos de la UBB, y se superpuso con las zonas de planicies altas, determinadas por el Plan de Manejo de la Península y por el Estudio FPA, ajustando allí un estudio específico para determinar con precisión los polígonos exentos de riesgo.

Así, el riesgo alto corresponde a las zonas que, según el estudio de riesgos de la UBB presentan un nivel de susceptibilidad alto, es decir, > al 66,6%.

El riesgo medio corresponde a las zonas que, según el estudio de la UBB presentan un nivel de susceptibilidad preferentemente medio (entre 33,3% y 66,6%) y en menor medida bajo (< 33,3%) según el Plan de Manejo de la Península.

Es decir, en el mapa del cuadro N° 17, las zonas con riesgo medio, contienen a las zonas de susceptibilidad baja.

c.- Metodología utilizada por el estudio base.

La metodología utilizada en el estudio de riesgos de la UBB, consistió en realizar una modelación digital para identificar zonas propensas a experimentar procesos de remoción en masa, tanto por sismos como por lluvias intensas, a través de una evaluación multicriterio. Para ello se tomó en consideración información histórica disponible, desde el año 1570 al 2010, revisión bibliográfica y el análisis de los factores que influyen en este riesgo, como clima, suelos, geología, pendiente, cobertura vegetal y registro de sismos. Cada uno de los antecedentes e información recopilada y levantada, se cartografió según las áreas de alcance o *runout*.

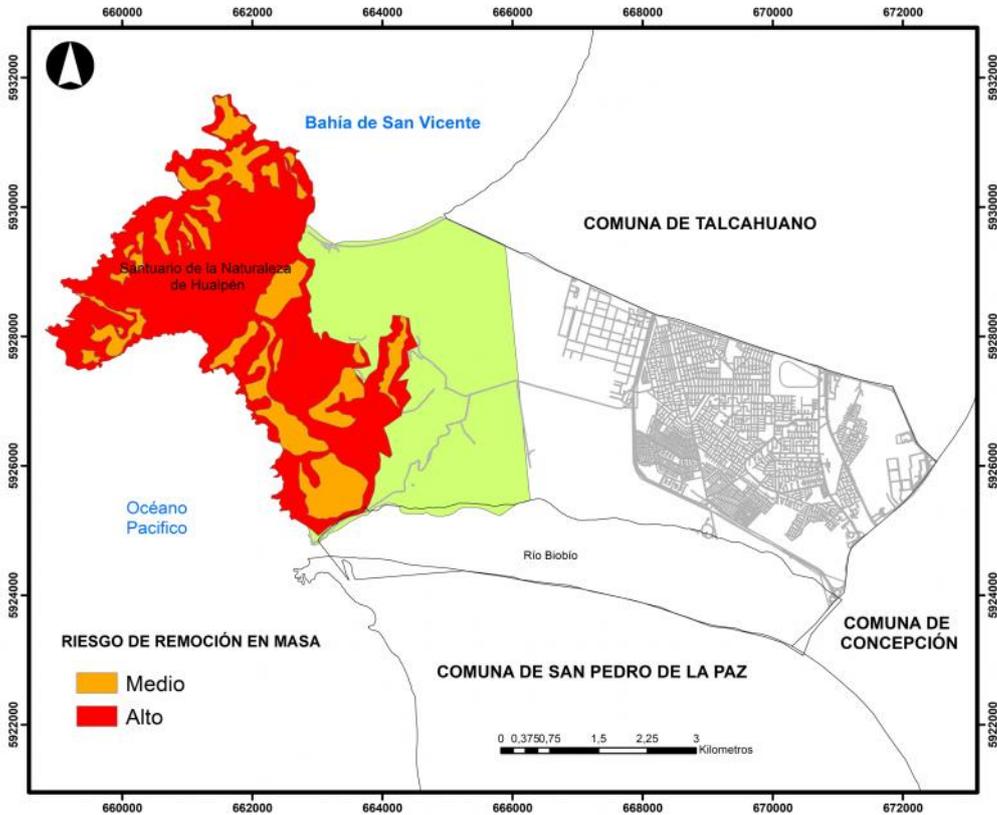
Los niveles de vulnerabilidad, se basan en el análisis de susceptibilidad de movimientos de ladera, método que ha sido ampliamente utilizado en estudios y mapas de peligrosidad a través de técnicas SIG tanto a nivel internacional (Ayala-Carcedo y Corominas, 2003; Herás, Barredo, y Lomoschitz, 2003; Castellanos y Van Westen, 2008) como en menor medida a escala nacional (Lara y Sepúlveda, 2010).

Por su parte, el Plan de Manejo de la Península, utilizó el método de generar su análisis por medio del cruce de indicadores y finalmente reportear la síntesis de cada estudio temático por medio de las cartografías finales, utilizando un Sistema de Información Geográfico.

d.- Carta de riesgo de remoción en masa.

A continuación, se muestra la carta de riesgo de remoción en masa para Hualpén en base al estudio de riesgos de la UBB, el Plan de Manejo de la Península y el estudio FPA. Se utilizaron sólo los niveles alto y medio, ya que el nivel bajo es poco significativo en los efectos que pudiera causar.

Cuadro Nº 17
Mapa de riesgo de remoción en masa, comuna de Hualpén



Fuente: Elaboración propia (2018) a partir de Estudios: UBB, Plan de Manejo Península de Hualpén y Estudio FPA

e.- Medidas de mitigación.

Se concluye para las zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, las siguientes medidas de mitigación:

En laderas con pendiente media (5°-20°), se recomienda mantener la cobertura vegetal y adoptar medidas de protección en faenas de remoción de tierra, taludes, excavaciones, entre otros. Además, Se recomienda prohibir la construcción de nuevas viviendas y cortes de taludes en zonas de alto riesgo. Mantener vegetación en laderas, para estabilizar taludes. Construir obras de defensa en la base de terrenos, para evitar deslizamientos.

f.- Conclusiones.

Se recomienda identificar y restringir el uso de suelo para fines habitacionales o de infraestructura en los sectores con riesgo alto, referidos a pendientes sobre los 20° y en donde exista escasa cobertura vegetal. Esto, debido a que el riesgo de rodados, aluviones o erosiones acentuadas, se manifiesta en la forma de escurrimiento de volúmenes importantes de agua y materiales de granulometría diversa encauzado por las quebradas existentes.

2.3.- ZONAS O TERRENOS CON RIESGOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD O INTERVENCIÓN HUMANA.

Se consulta en este estudio, para las zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad humana, el siguiente riesgo específico:

-) Riesgo de sitios contaminados
-) Adicionalmente, se hará mención al polo industrial de Hualpén, a pesar que la normativa vigente no considera los recintos de industria peligrosa, como zonas de riesgo generados por la actividad humana.

Las áreas restringidas al desarrollo urbano por presencia del riesgo de sitios contaminados, considera en este caso, sólo un sector ubicado en el área norte de la comuna, en que se detectó presencia de mercurio en el suelo, diferenciado en distintos niveles de peligrosidad.

2.3.1.- Riesgo de sitios contaminados.

a.- Descripción.

El estudio “Evaluación de contaminación por mercurio de aguas, sedimentos y suelos en Estuario Lengua, Talcahuano”. Yáñez, J. 2002. Fue el antecedente considerado en el presente estudio de riesgo de sitios contaminados.

Se debe recordar que el mercurio es un metal pesado altamente tóxico que normalmente se encuentra en bajas concentraciones en el medio ambiente, pero que, debido a emisiones naturales o a la acción antrópica descontrolada, puede aumentar significativamente, generando daño a la salud de las personas. Particularmente, por la posible transformación en metilmercurio, el que presenta aún mayor toxicidad que el mercurio.

El estuario Lengua ha estado expuesto por décadas a la contaminación ambiental de las actividades industriales que se realizan a su alrededor (Complejo Petroquímico). Los estudios de Hoffmann, en la década de los 70, ya revelaban altas tasas de concentración de mercurio en las aguas, sedimentos y moluscos del estuario Lengua.

El estudio “Evaluación de contaminación por mercurio de aguas, sedimentos y suelos en Estuario Lengua, Talcahuano (2002)”, evalúa el estado actual de la contaminación por mercurio de este estuario, determinándose que existe una alta concentración de este metal pesado, el cual se distribuye en grandes zonas.

Como resultado de dicho análisis, se definieron 3 zonas (A, B y C). La zona C presentó baja concentración de mercurio, las zonas A y B presentaron mayor concentración de mercurio, y dentro de ellas se detectaron a su vez, subzonas de alto impacto (R1 y R2 respectivamente) por presentar concentraciones superiores a 45 mg/kg alcanzando incluso los 300 mg/kg en algunos puntos.

A partir de estos resultados, y con el objeto de determinar niveles de riesgo, se asignó un nivel de riesgo consecuente con las concentraciones de mercurio detectadas en el estudio, reconociéndose el nivel alto, medio y bajo.

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

Para establecer las zonas de riesgo por contaminación del suelo, se consideró directamente el estudio "Evaluación de contaminación por mercurio de aguas, sedimentos y suelos en Estuario

Lenga, Talcahuano". Yáñez, J. 2002", no requiriéndose discriminar con otros estudios, porque no existen otros estudios realizados sobre la materia en el área. Por lo tanto, se consideró las conclusiones del referido estudio, para graficar las áreas restringidas al desarrollo urbano de Hualpén, considerando que la contaminación por mercurio de aguas, sedimentos y suelos son perjudiciales para la salud humana.

Cuadro Nº 18

Riesgo de sitios contaminados según la concentración de mercurio

Riesgo de sitios contaminados	Concentración de mercurio
Bajo	Entre 0,2 y 2 mg/kg
Medio	Entre 10 mg/kg y 45 mg/kg
Alto	> a 45 mg/kg

Fuente: Yáñez, J. 2002

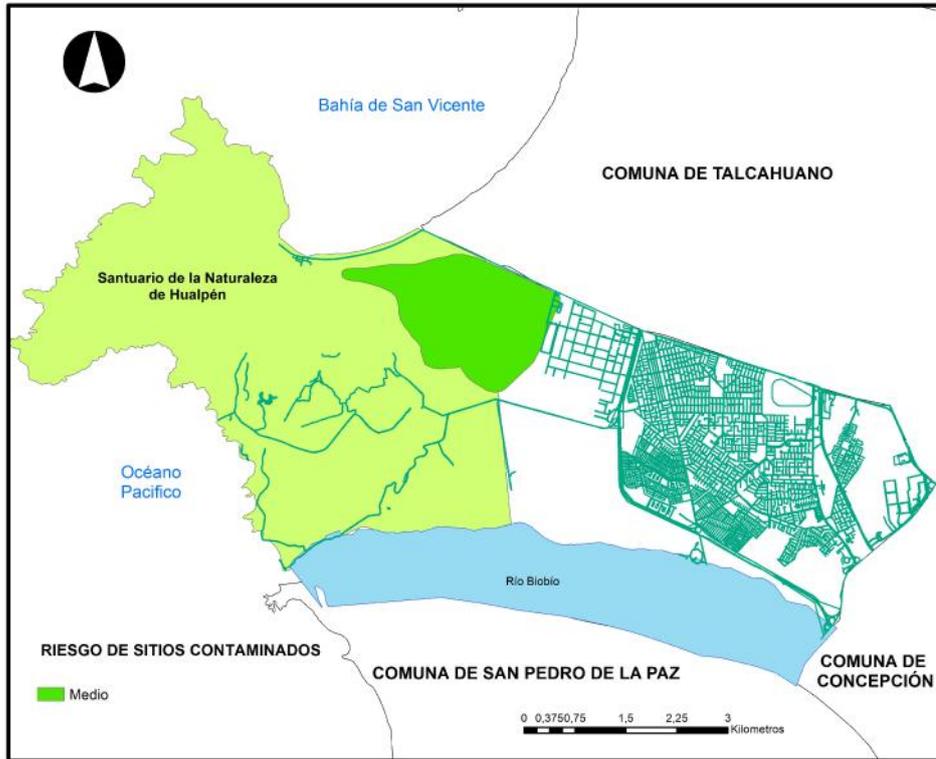
c.- Metodología utilizada por el estudio base.

La metodología utilizada en el estudio de contaminación del suelo de la UdeC, se basó en la obtención de muestras, tomando como referencia el antiguo punto de descarga de los RILES; la ubicación de puntos de muestreo en estudios anteriores, unido a la posible zona de alcance de la contaminación. Se obtuvieron 43 puntos de muestreo, con distancias de separación de entre 50 y 500 metros. El muestreo se concentró en muestras de sedimentos y suelos y muestras de aguas. El análisis químico de mercurio se realizó mediante métodos oficiales recomendados por US-EPA o equivalentes reconocidos internacionalmente. Esto es, análisis por Espectrometría de Absorción Atómica con Vapor Frío, CV-AAS (US-EPA Method 245-5 equivalente al método 7174 -A, usado por Southern Petroleum Laboratories)

d.- Mapa de riesgo de sitios contaminados.

A continuación se muestra la carta de riesgo de sitios contaminados para Hualpén en base al estudio de contaminación del suelo de la UdeC. Se considera aquí la categoría de riesgo medio, considerado por la cantidad de mercurio encontrado actualmente, promediando con las cantidades encontradas por el estudio realizado.

Cuadro Nº 19
Mapa de riesgo por sitios contaminados, comuna de Hualpén



Fuente: Elaboración propia a partir de Yañez, J. 2002

e.- Medidas de mitigación.

En relación a los usos de suelo, se recomienda que las zonas de alto impacto, se sometan a un procedimiento o plan de acción tendiente a evitar riesgos para la salud, mediante la remediación del sector a utilizar. En caso de remoción de suelos contaminados, se recomienda que éste sea tratado como residuo peligroso y sea gestionada su disposición final a través de un agente competente.

e.- Conclusiones.

En relación al IPT de Hualpén, se sugiere evitar toda construcción habitacional en el sector. Sólo podría admitirse el uso de suelo industrial, condicionado a las medidas de mitigación correspondientes.

Se recomienda advertir a la población que realiza actividades productivas en torno a las zonas de impacto, como por ejemplo, el cultivo de algas, pastoreo de vacunos y turismo, acerca de los cuidados y medidas de precaución para disminuir el posible riesgo de ser afectados.

2.3.2.- Riesgo por uso de suelo de industria peligrosa.

a.- Descripción.

En estricto apego a la definición de "riesgos generados por la actividad humana", podrá entenderse que la actividad industrial es una **actividad humana** que puede generar riesgo. Sin embargo, debe aclararse que esta actividad **NO ESTA CONTEMPLADA** en el Artículo 2.1.17 de la OGUC. En efecto, cabe aclarar que este riesgo no corresponde a un riesgo que pueda incluirse en un PRC, debido a que las áreas de riesgo se definen en base a las características de zonas o terrenos, y no en función de actividades que se encuentran reguladas por una legislación específica, como es el caso de la actividad industrial. No obstante, se agrega a este informe, exclusivamente para aportar información de interés, aunque finalmente no se incluya como zona restringida al desarrollo urbano, del Plan Regulador Comunal de Hualpén.

Cuadro Nº 20
Sector industrial de Hualpén



Fuente: Elaboración propia

b.- Fundamentación de las zonas de riesgo para este estudio.

El complejo industrial conformado por el polígono ocupado por las empresas Enap Refinerías Biobío, Abastible, Asfal Chile, Petroquim y Petropower, conforman el más importante complejo petroquímico y energético del país, con alrededor de 20 industrias que operan con materias primas aportadas por Refinería Biobío, además de un terminal marítimo ubicado en la Bahía de San Vicente destinado a la carga y descarga de gas, graneles líquidos como metanol y otros derivados del petróleo.

Este complejo industrial está relacionado con impactos ambientales sobre el aire, en cuanto deterioro de calidad del aire, por aporte de emisiones de material particulado, molestias a la población vecina por generación de ruidos; al agua en cuanto pérdida o deterioro de la calidad de agua debido a los RILES arrojados al mar; y socioeconómico en cuanto percepción de que las actividades de este complejo industrial disminuyen la calidad de vida de vecinos en su salud,

principalmente en las poblaciones El Triangulo, Arturo Prat y 18 de Septiembre, seguidas de los sectores Cabo Aroca I y II.

La normativa del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, establece para la zona en que se emplaza este Polo Industrial, la industria y almacenamiento peligroso, previo cumplimiento de las exigencias establecidas en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, de la normativa que precise el plan regulador comunal o seccional respectivo, y siempre que cuente con el informe favorable del Servicio de Salud correspondiente. Es decir, debe contar con sus impactos mitigados o riesgos controlados. Luego, la condición de zona de riesgo, está determinada por la simple definición que establece el PRMC.

Cuadro Nº 21
Vista interior de ENAP Refinería Biobío.



El estudio efectuado por Cidem y Área Sur, encargado por la Municipalidad, determina el área que abarca la contaminación del sector por efecto de la industria, la que alcanza a las poblaciones localizadas en las inmediaciones.

c.- Medidas de mitigación.

Se recomienda que la industria concentre sus instalaciones peligrosas hacia el centro del área, evitando con ello, acercarse a los deslindes del mismo, y con ello a la población cercana. Asimismo, se recomienda que las empresas adopten técnicas de última generación, que permitan disminuir la emisión de material particulado, el que actualmente afecta a la población aledaña.

d.- Conclusiones.

Si bien es cierto, este riesgo no se incluye en la definición del PRC de Hualpén, sí pueden establecerse algunas recomendaciones. En este sentido, se requiere, al menos, establecer fajas o distancias mínimas en que se ubique la población. En consecuencia, resulta urgente el traslado de las poblaciones ubicadas en las inmediaciones y que se encuentran afectadas por la contaminación atmosférica producida por la industria, según el estudio de Cidem y Area Sur. Tales sitios podrían dedicarse a equipamiento, con bajo nivel de uso.

3.- ZONAS NO EDIFICABLES PRESENTES EN HUALPEN.

Se consulta en este estudio, como Zonas no edificables resguardadas por el ordenamiento jurídico vigente, las siguientes categorías:

-) Cono de aproximación de aviones al aeropuerto
-) Franja de protección del Gaseoducto y Oleoducto
-) Franja de protección del corredor ferroviario
-) Franja de protección de las líneas de alta tensión

Cabe recordar que, por "zonas no edificables", se entenderán aquéllas que por su especial naturaleza y ubicación no son susceptibles de edificación, en virtud de lo preceptuado en el inciso primero del artículo 60° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. De acuerdo a la OGUC, estas zonas corresponden a lugares en que se emplazan aeropuertos, helipuertos públicos, torres de alta tensión, embalses, acueductos, oleoductos, gaseoductos y estanques de almacenamiento de productos peligrosos. En este estudio se reconocen cuatro categorías señaladas anteriormente, que se describen a continuación.

3.1.- CONO DE APROXIMACIÓN DE AVIONES AL AEROPUERTO.

3.1.1.- Ordenamiento jurídico que ampara la presente zona no edificable.

D.S. N° 924 de 20 de diciembre de 1995 de Subsecretaría de Aviación, publicado en el D.O. de 13 de febrero de 1996, que fija zonas de protección y restricciones de altura y aprueba el Plano N° PP-95-01 escala 1:10.000 confeccionado por la Dirección de Aeronáutica Civil.

3.1.2.- Descripción.

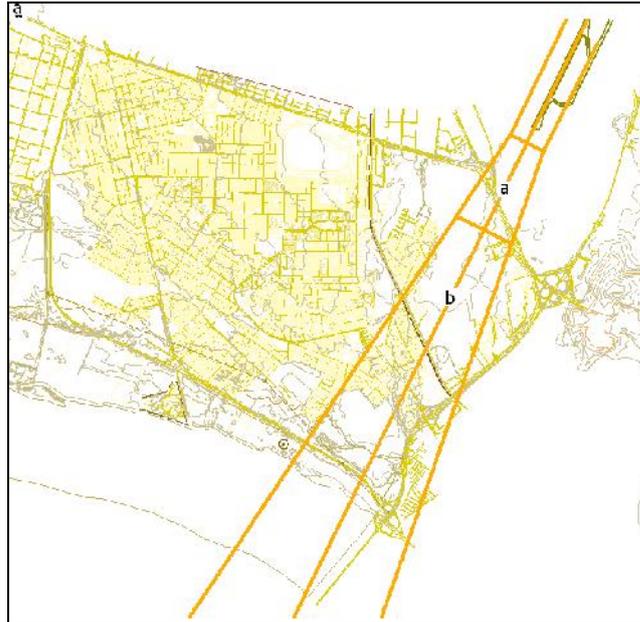
El área oriente de la comuna está afectada por el cono de aproximación de tráfico aéreo del Aeropuerto de Carriel Sur, definido según decreto señalado en el punto anterior. En la normativa correspondiente, se establecen dos tipos de riesgo:

- a.- Zona de alto riesgo (área a).
- b.- Zona de mediano riesgo (área b).

El área "a" se refiere al terreno comprendido bajo la superficie de las trayectorias de aproximación - despegue de los aviones y se ubica en los primeros 900 metros medidos desde los extremos frontales de la pista. La restricción queda determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los extremos frontales de la pista, con una pendiente del 2%.

Por su parte, el área "b", se extiende desde el término del área "a", hasta el ferrocarril Concepción Talcahuano. La restricción queda determinada por la superficie de rasante aplicada a partir de los extremos frontales de la pista, con una pendiente del 2%.

Cuadro N° 21
Cono de aproximación del aeropuerto Carriel Sur, según el PRMC



Fuente: PRMC, 2003.

Un pequeño sector de la zona a (riesgo alto) se encuentra en el extremo oriente de la comuna y, a continuación de ella, se extiende la zona de mediano riesgo, que abarca gran parte de la zona de equipamiento metropolitano cercano al Mall Plaza del Trébol y que se extiende ante la vía Arteaga Alemparte que actualmente cuenta con presencia de viviendas y conjuntos habitacionales.

3.2.- FRANJA DE PROTECCION DEL GASEODUCTO Y OLEODUCTO.

3.2.1.- Ordenamiento jurídico que ampara la presente zona no edificable.

Decreto N° 280. Reglamento de seguridad para el Transporte y Distribución de Gas de Red./ Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, de 28 de octubre de 2009.

Establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las redes de transporte y distribución de gas de red, nuevas y en uso, respecto de su diseño, construcción, operación, mantenimiento, reparación, modificación e inspección y término de operación.

El referido decreto, establece que las redes de transporte y distribución deberán ser diseñadas y construidas, respetando el requisito de distancia de seguridad a edificios existentes o en etapa de construcción con permiso de edificación aprobado. Según este decreto, la distancia a edificios deberá ser igual o superior a 3 m.

A su vez, la franja de servidumbre para oleductos, alcanza a 10 m

b.- Descripción.

En la comuna existen varios sectores afectados por el paso de oleoducto y gasoductos, como el Oleoducto transandino y gasoducto que desde Enap refinерías y Abastible conducen combustibles hasta la Bahía de San Vicente. Es importante señalar que en la Bahía de San Vicente, playa Lengua, existe un Terminal marítimo a través del cual, los barcos descargan petróleo, el cual es conducido por medio de un emisario hasta el recinto industrial, cubriendo una longitud cercana a los 8 km. Ello implica un sistema de maniobras con evidentes peligros de contaminación por derrame. Cabe recordar que en el invierno de 2007 se produjo un derrame de petróleo por un accidente en la carga de petróleo en la Bahía de San Vicente afectando el litoral de Concepción y su productividad pesquera y recreativa.

La presencia de este tipo de infraestructura implica riesgos de derrame, explosiones, incendios, escapes incontrolados a la atmósfera de gases de petróleo o de gas; todos con los consiguientes daños a las personas y propiedades. La reglamentación vigente establece una serie de normas para minimizar los riesgos, tanto en su construcción como en su operación. Entre estas, la más relevante para la planificación, es la necesidad de definir una franja de servidumbre que se debe extender a ambos lados de su eje longitudinal.

3.3.- FRANJA DE PROTECCION DEL CORREDOR FERROVIARIO.

3.3.1.- Ordenamiento jurídico que ampara la presente zona no edificable.

Ley General de Ferrocarriles. decreto N° 1.157 de 13 de julio de 1931

Entre otros, regula la franja de resguardo de líneas férreas. En efecto, el Artículo 34º de la Ley General de Ferrocarriles, señala textualmente: "En los terrenos colindantes con un ferrocarril y a menos de distancia de veinte metros de la vía, no es permitido:

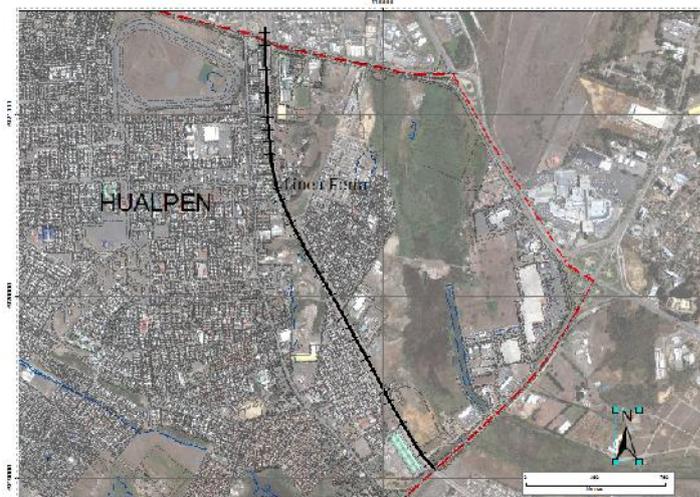
1º Abrir zanjas, hacer excavaciones, explotar canteras o minas, hacer represas, estanques, pozos o cualquiera otra obra de la misma clase que pueda perjudicar a la solidez de la vía; 2º Construir edificios de paja o de otra materia combustible; y 3º Hacer depósitos o acopios de materiales inflamables o combustibles."

En consecuencia, la faja de resguardo es de 20 metros medidos desde la línea férrea, a ambos costados de ella. Sin embargo, en esta faja pueden aceptarse otros usos que no se mencionan en la ley, como por ejemplo vialidad y áreas verdes.

3.3.2.- Descripción.

La línea férrea atraviesa el sector Este de la comuna de Hualpén. Para los efectos del IPT, la faja destinada a línea férrea se define a partir de las franjas de restricción establecidas por el Plan Regulador Metropolitano de Concepción, a las que se agregan los trazados de vías paralelas definiendo de esta forma un área de amortiguación lineal a lo largo del trazado urbano del ferrocarril. Estas corresponden paralelamente a la calle Arteaga Alemparte, teniendo una longitud de 2,5 km aproximadamente con un ancho de faja 20 metros. Cabe señalar que a lo largo de este tramo, sólo se encuentra una estación ferroviaria, correspondiente a la "Universidad Técnica Federico Santa María" debido a que se encuentra próxima a esta Casa de Estudios por la calle Alemparte.

Cuadro Nº 22
Tramo Línea Férrea Comuna de Hualpén



3.4.- FRANJA DE PROTECCION DE LAS LÍNEAS DE ALTA TENSION.

3.4.1.- Ordenamiento jurídico que ampara la presente zona no edificable.

- J) Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en su Art. 5.1.9, último inciso establece que no se autorizarán construcciones de ningún tipo debajo de las líneas de alta tensión ni dentro de la franja de servidumbre de las mismas.
- J) DFL Nº 1 de 1982 del Ministerio de Minería, Art. 56, fija prohibición de construir o plantar árboles bajo los tendidos de alta tensión.
- J) Ministerio de Economía, Fomento y Producción, Reglamento de Instalaciones de Corrientes Fuertes, Artículos 94 y 108 al 111 .Fija las categorías A, B y C, según tensión: Baja tensión, (categoría A) alta tensión hasta 25.000 volts (Categoría B) y alta tensión sobre 25.000 volts (categoría C) La distancia entre la parte más saliente de un edificio o construcción a un plano vertical que contenga el conductor más próximo no será inferior a :
 - 1,3 m para línea de categoría A
 - 2m para líneas de categoría B
 - 2,5 m más 1 cm por cada kv adicional, sobre los 26 kv para la categoría C.

3.4.2.- Descripción.

La línea de alta tensión, atraviesa de norte a sur la comuna de Hualpén. En general, las líneas de alta tensión constituyen un alto riesgo para las personas, ya que el contacto directo con ellas produce, en los casos menos graves, quemaduras y en la mayoría de ellos, la muerte por fibrilación ventricular o por daño al sistema nervioso central. La principal línea de alta tensión en el área corresponde a la Subestación Hualpén, localizada en el área industrial de ENAP Refinerías. En este contexto, la normativa vigente interviene, estableciendo un área de protección o de servidumbre, la que dependerá de la tensión de transporte para la que ella fue diseñada, según indicación del pto. 3.4.1.- de este capítulo.

Cuadro N° 23
Tendido eléctrico comuna de Hualpén

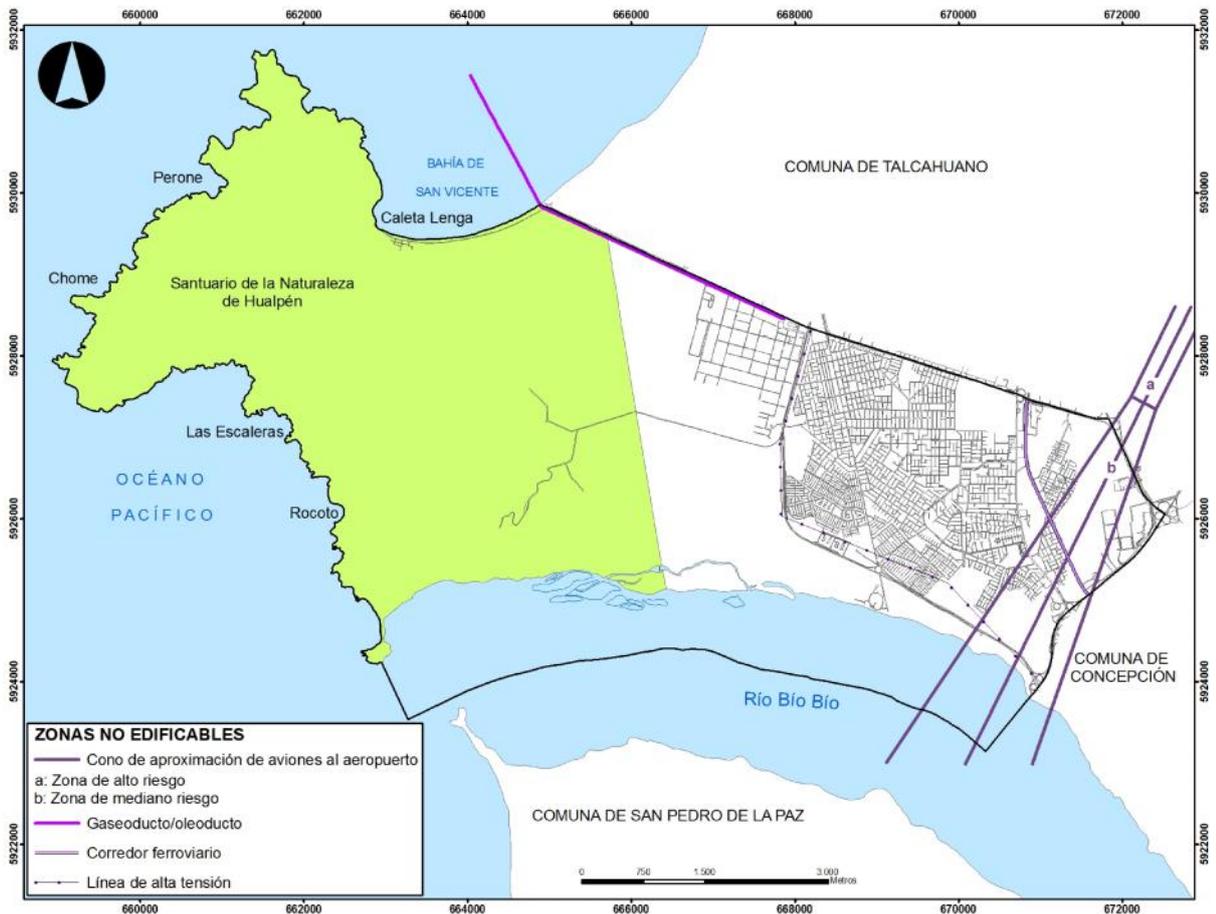


3.5.- MAPA DE ZONAS NO EDIFICABLES.

Para determinar el mapa de zonas no edificables, se traspasó de la carta base, los elementos correspondientes al Cono de aproximación de aviones al aeropuerto, el trazado del gaseoducto/oleoducto, el corredor ferroviario y la línea de alta tensión.

El siguiente cuadro, muestra el mapa de zonas no edificables de Hualpén.

Cuadro Nº 24
Mapa de zonas no edificables de Hualpén



Fuente: Elaboración propia

4.- ÁREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL.

Por áreas de protección de recursos de valor natural, se entenderán los bordes costeros marítimos, lacustres o fluviales, los parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, altas cumbres y todas aquellas áreas o elementos naturales específicos protegidos por la legislación vigente.

4.1.- ÁREAS BAJO PROTECCIÓN OFICIAL.

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), creado mediante la Ley 18.362 de 1984, regula aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. No obstante que esta norma no se encuentra vigente, existen otras fuentes legales y reglamentarias que han dado nacimiento a otras categorías de áreas protegidas que constituyen actualmente el Sistema de Áreas Protegidas. Entre dichas áreas se encuentran los parques nacionales, reservas nacionales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas, etc.

Por otra parte, la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, y el DS N°95/01 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA), en sus Art. 10 literal p) y Art. 3 literal p) del RSEIA, respectivamente, establecen que para ejecutar obras, programas o actividades, susceptibles de causar impacto ambiental en los parques nacionales, reservas nacionales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas y cualesquiera otras áreas bajo protección oficial, dichas obras deberán ser evaluadas ambientalmente, previo a su ejecución.

Dentro de las áreas bajo protección oficial, se encuentran todas aquellas áreas que han sido establecidas por medio de un acto de autoridad competente, que las determina geográficamente y cuyo fin es de protección ambiental, asegurar la biodiversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza, y conservar el patrimonio ambiental.

En el caso de la comuna de Hualpén, se reconocen diversas instancias protegidas por la legislación vigente. Sin perjuicio que no todas ellas son susceptibles de incorporarse en el IPT de Hualpén, se entrega más adelante, la lista completa de elementos protegidos por la legislación vigente para esta comuna.

La comuna de Hualpén, de acuerdo a la ley 17.288 de 1970 referida a Monumentos Nacionales (MN), posee importantes declaratorias oficiales. Es necesario recordar que esta ley propone y reglamenta cinco categorías de MN, a saber: Monumento Histórico, Monumento Público, Zona Típica, Santuario de la Naturaleza y Monumento Arqueológico.

En las categorías de protección que define la Ley General de Urbanismo y Construcciones; Inmuebles de Conservación Histórica y Zonas de Conservación Histórica, aplicadas a través del actual PRC de Talcahuano, Hualpén no posee bienes declarados como tales. Tampoco existen SNASPE⁶ en su territorio.

De acuerdo a la DDU 240, los bienes ya declarados MN deben ser señalados en el plano y ordenanza del Plan Regulador Comunal, pero no vueltos a proteger como Inmuebles o Zonas de Conservación Histórica.

En el siguiente cuadro se muestra un resumen de los bienes protegidos que se encuentran en la Comuna de Hualpén.

⁶ SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas

Cuadro Nº 25
Bienes Protegidos de la comuna de Hualpén

MONUMENTOS NACIONALES LEY 17.288				
Nº	Santuario de la Naturaleza	Ubicación	Decreto Nº	Fecha
1	Península de Hualpén	Península de Hualpén	DS 556	10/06/1976
Nº	Monumento Natural	Ubicación	Decreto Nº	Fecha
1	Especies Forestales "Pitao" y "Queule"	Península de Hualpén	13 (Min. Ag.)	14/03/1995
Nº	Monumento Histórico	Ubicación	Decreto Nº	Fecha
1	Casas Patronales y Parque Fundo Hualpén	Parque Pedro del Río Zañartu	DS 556	10/06/1976
2	Patrimonio Subacuático de más de 50 años de antigüedad.	Existente en el fondo de los ríos y lagos, de las aguas interiores y del mar territorial	DE 311	08/10/1999
Nº	Monumento Público	Ubicación	Decreto Nº	Fecha
1	Busto de Armando Alarcón del Canto	Plazoleta calles Alemania esq. Bulgaria	Por el solo ministerio de la Ley	-
2	Busto de Arturo Prat	Plaza Arturo Prat	Por el solo ministerio de la Ley	-
3	Monolito Mártires de Carabineros	Av Colón 8600	Por el solo ministerio de la Ley	-
4	Monolito Batalla de Hualpén 1550	Acceso Parque Pedro del Río Zañartu	Por el solo ministerio de la Ley	-

Fuente: Consejo de Monumentos Nacionales, MINVU, Conaf y catastro en terreno.

4.2.- SANTUARIO DE LA NATURALEZA.

4.2.1.- Descripción del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén.

La comuna de Hualpén presenta un Santuario de la Naturaleza, correspondiente a la Península de Hualpén, bajo el decreto supremo 556 del 10 de junio de 1976. El Santuario de la Naturaleza corresponde al macizo rocoso correspondiente a la Península de Hualpén, la cual permite la formación de la Bahía de San Vicente por el sector sur.

El Santuario de la Naturaleza de Hualpén es un área representativa del llamado Bosque Caducifolio de Concepción (Gajardo, R, 1994), formación vegetal que se encuentra protegida sólo en un 0,47 % de su superficie total existente en el país, es decir, en 6.131 hectáreas dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Las formaciones boscosas del sector sureste de la península, son muy interesantes y se

destacan dentro de las formaciones de matorrales y praderas, en conjunto con la laguna verde y el río Lenga.

Dentro de la red hidrográfica de la zona se distinguen el río Lenga, que desemboca en la bahía de San Vicente y la Laguna Verde, pequeño cuerpo de agua delimitada por tres laderas empinadas boscosas y un sector de poca inclinación sujeto a inundaciones estacionales. Posee además dos quebradas que originan pequeños esteros de agua dulce que desaguan en el mar. El recurso hídrico más importante corresponde al Océano Pacífico, siendo los otros cursos mayores el canal Lenga y la desembocadura del río Biobío.

En la vegetación de la península de Hualpén coexisten elementos de comunidades de matorral costero arborescente de la zona mesomórfica y bosque de la zona hidromórfica. Hacia el área noroeste de la península, entre el sector de las Tetras del Bío-Bío y el litoral, se encuentra un matorral muy abierto y pastizales. Sólo en quebradas es posible encontrar árboles con algún desarrollo. En la formación boscosa, el estrato arbóreo oscila alrededor de los 20 metros y en él predomina el peumo (*Cryptocaria alba*), siendo especies subdominantes el boldo (*Peumus boldus*), el olivillo (*Aextoxicon punctatum*) y otras especies escasas como el huillipatagua (*Citronella mucronata*), el ulmo (*Eucryphia cordifolia*), el litre (*Lithraea caustica*) y el canelo (*Drimys winteri*).

En los estratos intermedios se encuentre en forma abundante pitra (*Myrceugenia planipes*), acompañada por murga negra (*Rhamnus difusus*) y arrayán macho (*Rhaphithamnus spinosus*). En la playa submareal de Caleta Lenga existe un relicto de pradera natural del alga pelillo (*Glacilaria chilensis*) que ha sido sometido a actividades de manejo. En las formaciones de matorral encontramos maqui (*Aristotelia chilensis*), *Cassia stipulacea*, Quila (*Chusquea quila*) y otras.

La tala del bosque en los sectores más planos por el uso ganadero habría originado la pradera compuestas por gramíneas.

Los acantilados y roqueríos del Santuario permiten la nidificación de especies de aves marinas migratorias, como así también se han encontrado diversas especies de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces (Quezada, 1977). La existencia de una importante biodiversidad con la presencia de mamíferos como monito del monte (*Dromiciops australis*), murciélago orejón (*Lasiurus borealis*), murciélago blanco (*Lasirius cinereus*), murciélago rojo (*lasiurus borealis*), murciélago coludo (*Tadanida brasiliensis*).

Este Santuario es un ecosistema lacustre y de pantano de alta fragilidad que presenta especies con problemas de conservación como es el cisne de cuello negro y el cuervo del pantano, especialmente por la presión ejercida por la extracción de totora, la caza y pesca furtiva. Esta área debe soportar además una carga de construcciones de todo tipo, no planificado y sin control de uso, especialmente por la falta de manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos que vierten las pesqueras, conserveras y casas habitaciones de la península, sin contar con los contaminantes que desemboca el río Lenga

4.2.2.- Alcances del PRMC y la Península de Hualpén.

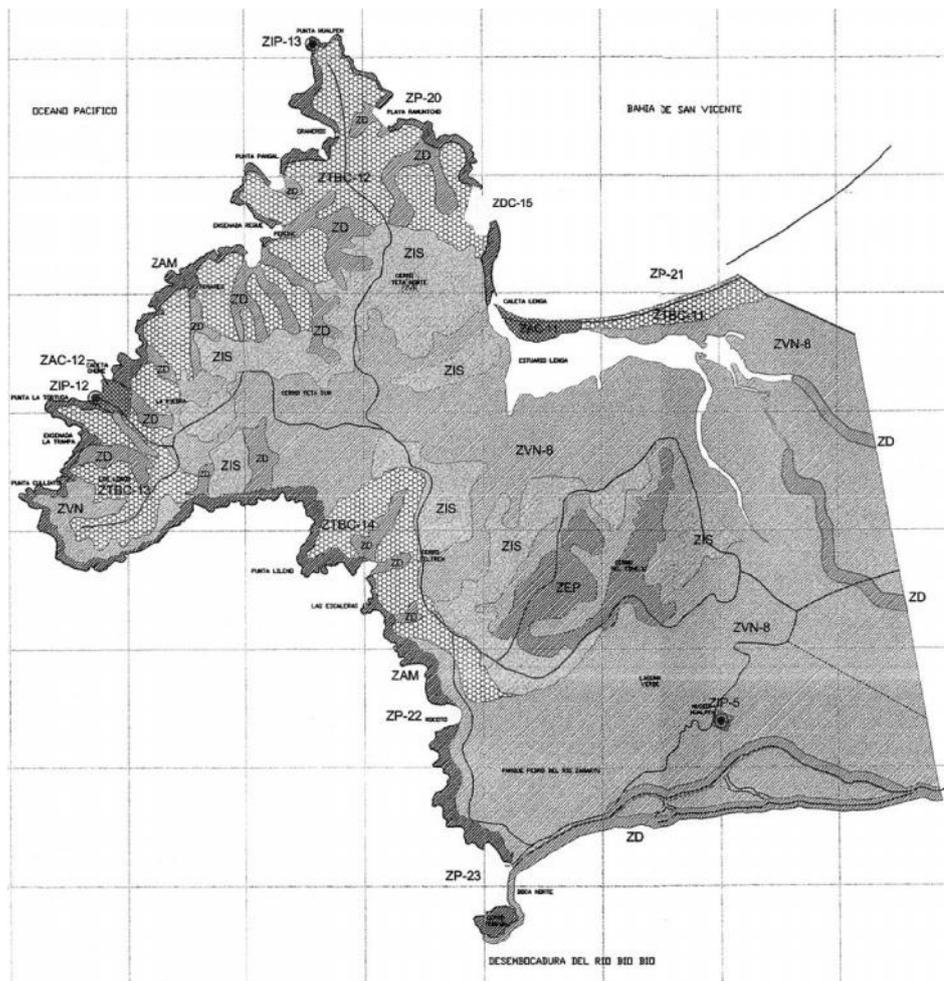
El 31 de marzo de 2006, se publicó en el Diario Oficial la Resolución de la “Modificación del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, Península de Hualpén”, que básicamente flexibiliza la ocupación de la Península en cuanto a sus posibles usos y condiciones urbanísticas relativas a la subdivisión predial mínima, coeficientes de ocupación de suelo, de constructibilidad, entre otros.

La modificación se dirige en el sentido de incorporar nuevas zonas, precisar las existentes e incorporar vialidad estructurante existente en el sector de la Península. Las zonas que se incorporan en la Península son las zonas ZTBC-11; ZTBC-12; ZTBC-13; ZTBC-14, En estas zonas se prohíbe expresamente el destino de infraestructura de transporte y de talleres inofensivos. Además, se determina que en estas mismas zonas la subdivisión predial mínima será de 600 m2, el coeficiente de ocupación será 0,3 y que la densidad habitacional bruta será baja.

Se agregan además las zonas ZIP-12 Ballenera Trinidad Macaya; ZIP-13 El Faro de Ramuntcho y ZDC-15 Ramuntcho. Se prohíbe el destino habitacional en las Zonas de Acantilados Marinos (ZAM) y en la Zona ZIS, se prohíbe el destino industrial, minero de infraestructura de transporte, depósitos y plantas de tratamiento de residuos sólidos y la vivienda, exceptuando la complementaria a la actividad de la zona.

Se agregan las vías colectoras el “circuito Rocoto” desde el camino a la Desembocadura al Camino Hualpén, “camino a Chome” desde Camino Hualpén a Chome y Los Lobos y “Circuito Lengua Sur”.

Cuadro Nº 26
Zonificación Modificación PRMC Península de Hualpén



Fuente: Modificación PRMC www.minvu.cl

4.2.3.- Análisis general del Plan de Manejo para el Santuario de la Naturaleza.

El Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, forma parte de un estudio mayor, denominado Plan de Manejo Santuario de la Naturaleza Región del Biobío, Santuario Península de Hualpén, Santuario islotes lobería e Iglesia de Piedra de Cobquecura, encargado por CONAMA y el Gobierno Regional de la Región del Biobío, a GCC Consultores limitada. El estudio fue concluido en diciembre de 2003.

El documento se inicia con un completo diagnóstico físico ambiental, que concluyó con una serie de cartas temáticas, organizadas como " Atlas Geográfico". Las cartas que componen este diagnóstico son:

)	CARTA N°1	DIAGNÓSTICO
)	CARTA N°2	HIDROLOGÍA
)	CARTA N°3	PAISAJE
)	CARTA N°4	PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO
)	CARTA N°5	INFRAESTRUCTURA
)	CARTA N°6	USOS PERMANENTES Y TEMPORALES
)	CARTA N°7	CONTAMINACIÓN
)	CARTA N°8	VALOR DE CONSERVACIÓN
)	CARTA N°9	VALOR DE USOS
)	CARTA N°10	RIESGOS NATURALES
)	CARTA N°11	ATRATIVOS TURÍSTICOS
)	CARTA N°12	ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN
)	CARTA N°13	ÁREAS PRIORITARIAS DE USO
)	CARTA N°14	PRIORIDAD DE USO V/S PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN
)	CARTA N°15	SÍNTESIS PRIORIDAD DE USO V/S PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN

El proceso para definir la zonificación preliminar consideró como premisa inicial que la planificación del Santuario perseguía como objetivo, lograr la conservación de aquellas áreas de valor natural presentes en el área y propender al desarrollo de actividades de carácter sustentable que permitieran a los propietarios hacer usufructo de sus predios.

) La zonificación del Plan de Manejo.

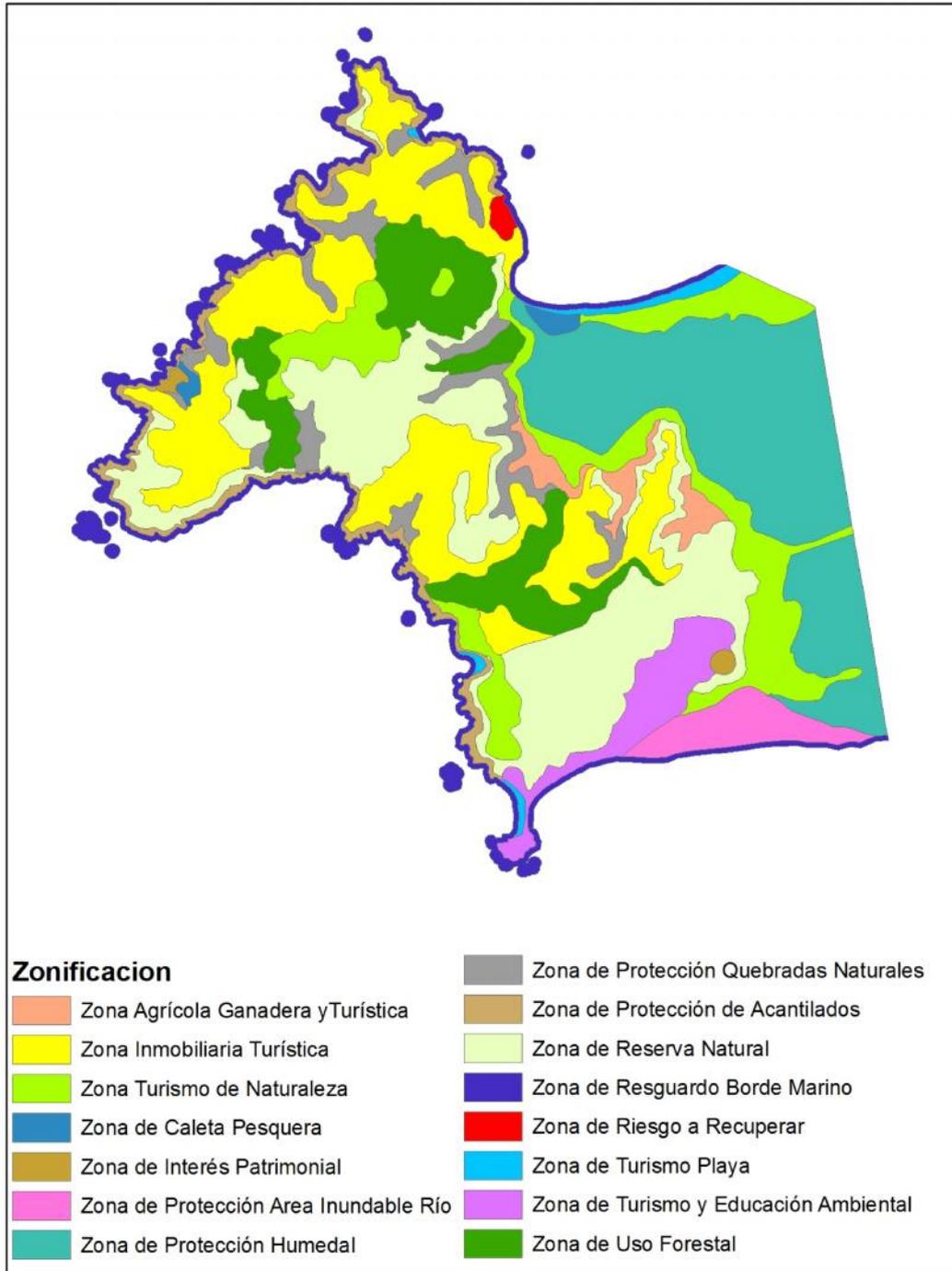
El Plan caracteriza cada una de las zonas, de acuerdo a su orientación (conservación o desarrollo), y las principales condiciones para su ocupación. La siguiente es la nómina de zonas incluidas en el Plan de Manejo y su correspondiente superficie, se indica además el porcentaje que ocupa cada área respecto del total de las zonas.

Cuadro N° 27
Superficie de cada zona del Plan de Manejo

Zona	Superficie (Há)	% del total de las zonas
Zona Agrícola Ganadera Turística	50,613	1,8
Zona Caleta Pesquera	13,615	0,5
Zona de Interés Patrimonial	8,722	0,3
Zona de Uso Inmobiliario Turístico	515,955	18,6
Zona de Protección de Acantilados	84,807	3,0
Zona de Protección Humedal	533,833	19,1
Zona de Protección Área Inundable Río	71,307	2,6
Zona de Protección de Quebradas Naturales	129,681	4,6
Zona de Resguardo Borde Marino	180,233	6,5
Zona de Reserva Natural	536,633	19,2
Zona de Riesgo a Recuperar	7,369	0,3
Zona Turismo y Educación Ambiental	91,973	3,3
Zona Turismo de Naturaleza	304,271	10,9
Zona Turismo Playa	21,994	0,8
Zona de Uso Forestal	238,013	8,5

Las condiciones para cada zona se sintetizan en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 28
Zonificación del Plan de Manejo



) **Descripción de las zonas.**

Zona Agrícola Ganadera Turística.

El Plan de Manejo permite actividades agrícolas, ganadería, agroturismo, educación ambiental, vivienda de propietarios e inquilinos. El uso agrícola será principalmente de subsistencia, pudiendo previa certificación de calidad, comercializarse productos. Será necesario evaluar previamente las condiciones de contaminación del suelo y las aguas de napas subterráneas del sector. Se permitirá uso ganadero de carácter intensivo, condicionándose el tipo de actividades asociadas y las especies posibles de criar. Se deberá asegurar que el ganado no traspase hacia zonas denominadas “de protección” (ZPH, ZPQN, ZRN) ni a la Zonas de Turismo de Naturaleza. No se permitirá faenar animales al interior de esta zona, a excepción de aquellos que no impliquen verter ningún tipo de residuo al medio y luego de realizados los estudios correspondientes. La infraestructura será la complementaria a los usos permitidos, siendo una condición indispensable que las instalaciones sanitarias se ubiquen a más de 50 m de los cursos de agua superficiales y/o napas y que los residuos líquidos producto de las actividades productivas permitidas se traten al interior del predio o se descarguen a alcantarillado.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide en gran parte con la zona ZIN, la que restringe el uso urbano exclusivamente a equipamiento científico, espacio público y área verde.

Zona Caletas Pesquera.

Las caletas Chome y Perone, permiten el desarrollo de usos compatibles con las actividades económicas principales, tales como paseos en bote, cabalgatas, alojamiento a turistas al interior de la vivienda, buceo, venta de productos del mar, etc. La caleta Lengua, permite, además de las actividades ya nombradas, el comercio gastronómico de escala comunal y servicios turísticos. En las tres caletas se permite la localización de equipamiento comunitario y vivienda

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con las zonas ZAC-1 y ZAC-2, con usos de suelo similares a los indicados en el Plan de Manejo.

Zona de Interés Patrimonial.

Los usos permitidos aquí son aquellos complementarios al uso principal de cada construcción y los destinados a su recuperación, conservación y mejoramiento. Se permite especialmente los usos de cultura, educación ambiental y el comercio asociado al uso principal (venta de souvenirs, cafetería, etc), este último con restricciones. En el caso del faro, este depende de la Armada de Chile y sus regulaciones propias. Las actividades que en el área o en las construcciones de interés patrimonial se desarrollen deben permitir la conservación de éstas. En el caso del Parque Pedro del Río Zañartu, éste está regido por la Ley 17.288 por ser “Monumento Histórico”.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Uso Inmobiliario Turístico.

Es la zona que permite una mayor gama de usos, asociados al desarrollo inmobiliario, al turismo y la recreación. Se permite la construcción de infraestructura turística como cabañas, camping, hoteles y restaurantes; centros de investigación asociados a los recursos del Santuario; vivienda con baja ocupación de suelo, parcelas; vialidad. Esta zona permite además otros usos turístico-recreativos tales como caminatas, cabalgatas, picnic, camping y algunos usos de esparcimiento y deportivos. Respecto de éstos últimos se deberá controlar especialmente los impactos sonoros (ruido) y los provocados por concentraciones de público (tránsito y estacionamientos). A todos los usos se exigirá un gran porcentaje de área libre y una mínima ocupación de suelo, indicándose hasta un 30% en predios de entre 1000 y 3000 m² o un 20% de la superficie total del proyecto de loteo o urbanización, distribuyendo las subdivisiones prediales y ocupaciones de suelo parciales libremente al interior del loteo, sin superar el 50% en cada predio resultante. La altura de las edificaciones no superará los 15 m, con el fin de permitir primacía visual de la vegetación por sobre lo construido. Los proyectos de loteo y/o urbanización deberán incluir un proyecto paisajístico aprobado por la administración del Santuario, acompañado de un plano de cobertura vegetal existente. A cualquiera de los usos que aquí se instale se hará exigible la conservación de la vegetación nativa (en especial la arbórea) en un 30% de lo existente o de un 30% de la superficie del predio primando la superficie resultante mayor. Siempre se podrá eliminar la quila y otras especies invasoras como la zarzamora. No se podrá construir en las quebradas y en un buffer de 40 m a cada costado del eje de éstas. Se exigirá la plantación de un árbol adicional por cada dos estacionamientos y 5 árboles por cada árbol (de especies nativas) cortado. Se tendrá especial cuidado con la disposición de residuos domiciliarios, en relación con la acumulación, vertido, transporte, tratamiento, etc. Los proyectos deberán tratar sus residuos o verterlos a sistema de alcantarillado si existiera. En cualquier caso, no se podrá verter residuos de cualquier tipo a menos de 50 m de cauces, cursos de agua o napas. Todos los usos permitidos deberán desarrollarse con la infraestructura adecuada y en base a las recomendaciones que proponga el Plan de Manejo. Mientras no se desarrollen proyectos de tipo inmobiliario en estas zonas, se podrá incorporar los usos indicados para la ZUF, resguardando aquellas áreas que mantienen vegetación nativa arbórea (excepto quila) y previa aprobación de un Plan de Manejo Forestal por parte de CONAF. No se podrá plantar las quebradas excepto si ello es necesario para estabilizar laderas o controlar procesos erosivos existentes.

En el presente plan regulador de Hualpén, esta zona coincide con las zonas ZUR-1 y ZUR-2 (Zonas de uso residencial). Aquí se permite solo vivienda y hospedaje en el uso de suelo residencial; solo centros de investigación en el equipamiento clase científico, solo restaurantes en el equipamiento clase comercio y locales comerciales y bares asociados a hospedajes; solo piscinas, saunas baños turcos y centros de hidroterapia en el equipamiento clase deporte; solo servicios profesionales y artesanales en el equipamiento clase servicio. La superficie de subdivisión para la zona ZUR-1 es de 2.000 m² y para la zona ZUR-2 es de 2.500 m²; la ocupación de suelo alcanza al 0,4% en la zona ZUR-1 y 0,2% en la zona ZUR-2 y la altura máxima de edificación para ambas zonas es de 12 m.

Como se ve, los impactos de la vida urbana que cautela el Plan de Manejo, se controlan en el Plan Regulador Comunal, por medio de limitar los equipamientos que convocan a grupos de personas en alta cantidad. Por su parte, la ocupación de suelo que el plan sugiere que sea del 30%, el presente Plan Regulador lo disminuye hasta el 20% en la zona ZUR-2 de sensibilidad alta, así como la altura de edificación máxima sugerida por el Plan de Manejo, (15 m) en el presente PRC, se disminuye a 12m. Por lo anterior, se

concluye que el presente Plan Regulador Comunal cumple con los preceptos señalados en el Plan de Manejo para esta zona.

Zona de Protección de Acantilados.

Se permite sólo usos temporales de recreación (tales como caminatas y observación de aves y del paisaje), educación ambiental, investigación y protección. Mínima infraestructura (senderos y miradores), construida en condiciones de máxima seguridad y donde la morfología lo permita. Evitar pisoteo, corta o raleo de la vegetación existente, excepto quila. Baja intensidad de uso.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Protección Humedal.

El Plan de Manejo permite, investigación, educación ambiental, navegación guiada, caminatas y observación de aves, monitoreo de recursos. No se podrá extraer agua de esta zona, rellenar o dragar el humedal, excepto para su conservación y protección. Se impedirá el libre pastoreo de ganado en el área. No se permite arrojar ningún tipo de residuos a menos de 50m del perímetro de la zona, ya sean sólidos o líquidos. Contempla infraestructura mínima, construida sobre pilotes, como pasarelas y lugares de observación de aves. Se recomienda regular la desembocadura del estuario abriendo el paso de las aguas bajo el puente de la Costanera Lenga.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZH (Zona de Humedal), con usos de suelo de protección, coincidente con los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Protección Área Inundable Río.

Usos recreacionales de carácter temporal, tales como caminatas y paseos en bote y educación ambiental. No se podrá verter residuos de ninguna clase, tampoco la instalación de camping ni otras construcciones permanentes o transitorias, excepto pasarelas o miradores. Permite la instalación de elementos de infraestructura mínima. Evitar acceso de vehículos motorizados a la zona. En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZH (Zona de Humedal), con usos de suelo de protección, coincidente con los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Protección de Quebradas Naturales.

Se permite sólo usos temporales de recreación, senderismo, educación ambiental, investigación y protección. Mínima infraestructura. Senderos, trazados preferentemente sobre huellas existentes, parcelas de reforestación con vegetación nativa, elementos estabilizadores. Evitar impermeabilización del suelo y/o la pérdida de la cubierta vegetal, en especial bosques, y el ingreso de animales. Estas son zonas prioritarias de recuperación ambiental, por lo cual se propone una progresiva sustitución de especies exóticas por especies nativas en aquellas áreas actualmente plantadas. Baja intensidad de uso en general y acceso restringido en áreas de alta sensibilidad ecológica.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Resguardo Borde Marino.

En esta área se propone la realización de actividades recreativas, turísticas y de extracción regulada de los recursos marinos, en base a concesiones acuícolas entregadas por la autoridad competente. No se permite verter ningún tipo de residuos en esta zona ni construir edificaciones sobre los roqueríos, ya que en ellos paran e incluso anidan diversas especies de aves y en algunos el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*). En casos a determinar se podrá realizar pasarelas que accedan a los roqueríos u otro tipo de infraestructura turística.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Reserva Natural.

Los usos posibles de desarrollar son principalmente de monitoreo e investigación, protección y control del área, pudiendo en ciertas zonas desarrollarse actividades de educación ambiental. Se permitirá una pequeña gama de usos, los cuales se asociarán a áreas de borde o puntuales que hayan sido intervenidas. Contempla mínima infraestructura. Se evitará el pisoteo y el generar nuevos senderos a menos que sea con objetivos de investigación o protección del área y de baja intensidad de ocupación.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de Interés Natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona de Riesgo a Recuperar.

Restauración y recuperación ambiental, la cual puede requerir de movimientos para la estabilización de las laderas. El área debe ser tratada y recuperada de forma de disminuir los riesgos de desmoronamiento de terreno, caída de árboles y material pedregoso, erosión, etc. Cualquier proyecto que se proponga en el área deberá incluir un programa de restauración ambiental y del paisaje, así como incorporar la forestación con especies nativas, dado que esta área forma parte de la "cara" oriente del Santuario.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona Turismo y Educación Ambiental.

En esta área los usos y actividades principales son: picnic, actividades de educación ambiental, caminatas por senderos interpretativos, vivero de árboles y flores nativos, planta de compostaje, centro de restauración anexo a actividades del Museo. Además se realizan actividades complementarias al Museo tales como investigación y restauración, así como las de administración del Parque. Se permite el comercio complementario a las actividades descritas. El Parque Pedro del Río deberá basarse en su Plan de Manejo para el desarrollo del área, considerando las recomendaciones ambientales indicadas para las zonas ZTN.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Zona Turismo de Naturaleza.

Permiten la realización de caminatas, senderismo y excursiones de mayor alcance, cabalgatas, educación ambiental, observación y fotografía de flora y fauna, protección e investigación. Permite también usos complementarios a dichas actividades tales como restaurantes y camping extensivo en algunas de las subzonas (dependiendo de las características específicas de cada área). Los proyectos que se emplacen en esta zona deberán mantener la vegetación nativa existente, pudiendo cortar quila y otras especies invasoras como zarzamora. En caso de corta de árboles nativos, se deberá reponer 5 árboles por cada unidad cortada. Se deberá evitar el pisoteo en áreas con vegetación densa. Se tendrá especial cuidado con la disposición de residuos domiciliarios, en relación con la acumulación, vertido, transporte, tratamiento, etc. Los proyectos deberán tratar sus residuos o verterlos a sistema de alcantarillado si existiera. En cualquier caso, no se podrá verter residuos de cualquier tipo a menos de 50 m de cauces, cursos de agua o napas. Todos los usos permitidos deberán desarrollarse con la infraestructura adecuada y en base a las recomendaciones que proponga el Plan de Manejo. Tiene una intensidad de uso media o baja dependiendo de la sensibilidad ambiental del área donde se emplace el proyecto.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide en su mayor parte con la zona ZIN (Zona de Interés Natural), por lo que no se contradice el Plan de Manejo.

Zona Turismo Playa.

Estas son zonas eminentemente recreacionales, de uso intensivo en temporada alta. Los usos principales son caminatas, pesca deportiva, playa sólo de sol (excepto Ramuntcho, la cual es además apta para el baño). Esto último deberá confirmarlo la Gobernación Marítima. En ellas no se permitirá realizar picnic ni hacer fuego. El estacionamiento será sólo en los lugares señalados para tal efecto. No se permite arrojar ningún tipo de residuos, para lo cual se deberá instalar infraestructura mínima. (basureros, baños públicos, etc). En la zona dunaria de Lenga no se permitirá alterar o disminuir la cubierta vegetal de las dunas y tampoco ninguna construcción que modifique la forma de las dunas.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZP (Zona de Playa), con usos coincidentes con el Plan de Manejo. Igualmente, en lo referente a las dunas, ello coincide con la zona ZD (Zona de Dunas), lo que igualmente se orienta a su protección.

Zona de Uso Forestal.

Se permiten en el Plan de Manejo actividades silvícolas, que no incluyan procesos de carácter industrial o similar. El manejo en estas zonas deberá ser hecho en base a Planes de Manejo forestal, autorizados por CONAF. Una misma zona debe ser explotada por tramos y no en su totalidad en forma simultánea, de manera de producir las menores alteraciones sobre el paisaje general. Se mantendrá una franja plantada de 30 m a cada lado de los caminos y de 50 m las áreas de contacto con otras zonas, las que serán repuestas en forma permanente evitando la sobre maduración de los árboles y cuidando que no se produzcan manchones explotados. En las áreas en las que sea posible, se incorporará especies nativas en proporción a determinar, al

igual que las especies. Cuando en un área de uso forestal se encuentren manchones de bosque nativo, estos serán conservados, dependiendo de su superficie, para lo cual deberán considerarse en la elaboración del Plan de Manejo forestal correspondiente.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide con la zona ZIN (Zona de interés natural), con usos de suelo para equipamiento de clase científico, espacio público y área verde, con excepción de una zona puntual situada al sur de la teta norte, donde se definió una zona ZUR-2 de sensibilidad alta. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

) **Programas especiales del Plan.**

Adicionalmente, el plan se complementó con programas de manejo asociados a un grupo de zonas o a una zona en particular. Estos programas son:

-) Programa de conservación de recursos culturales.
-) Programa de apoyo y fomento al ecoturismo.
-) Programa de educación ambiental e interpretación.
-) Programa de apoyo a la investigación y al monitoreo biológico.
-) Programa de infraestructura y equipamiento.
-) Programa de administración y operación.
-) Consideraciones legales para la implementación del plan.

Finalmente, el Plan de Manejo propone algunas iniciativas de inversión que podrían ejecutarse al interior del Santuario y que se reconoce como desencadenantes del desarrollo o bien como prioritarios para la conservación. Algunas de estas iniciativas se encuentran actualmente concluidas, como el desarrollo de la gastronomía local de Lengua y la costanera turística de Lengua. A continuación, se presenta el listado de iniciativas contenidas en el Plan de Manejo. Se aclara que cada iniciativa está acompañada en el texto original de una descripción, fuente de financiamiento, etc.

-) Diseño y construcción de sendero ecológico sector Playa Ramuntcho.
-) Centro de observación ecológica.
-) Diseño para rehabilitación del faro Península Hualpén.
-) Concurso de arquitectura “Museo de Sitio Ballenera Caleta Chome”.
-) Saneamiento básico de Caleta Chome.
-) Mejoramiento de espacios públicos.
-) Mejoramiento acceso a Caleta Chome.
-) Desarrollo gastronomía local en Caleta Lengua.
-) Costanera turística de Caleta Lengua.
-) Recuperación de humedal en Lengua.
-) Agroturismo en Santuario de la Naturaleza de Hualpén.
-) Diseño habilitación turística del Museo Hualpén y Parque Pedro de Río Zañartu.

El principal resultado de este estudio, se expresa en la modificación del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, el cual libera las restricciones para ciertos usos de suelo de la Península, en una superficie correspondiente al 16% de su territorio y que equivalen a 424 hás. El plano respectivo, se presenta en el cuadro N° 26 de este documento.

4.2.4.- Análisis general del Estudio FPA para la definición de las zonas ZUR en el Santuario de la Naturaleza

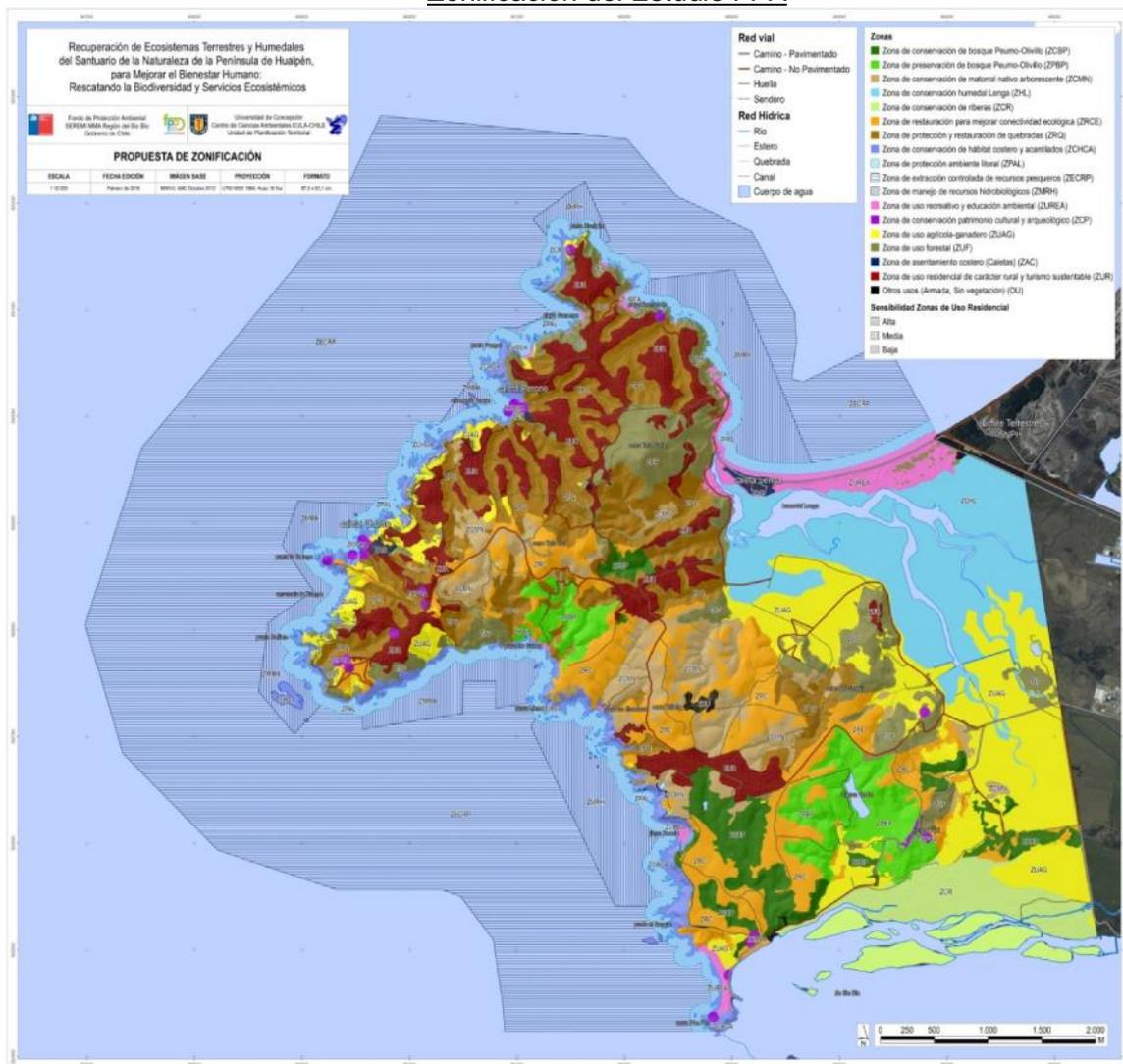
El objetivo es la recuperación de ecosistemas terrestres y humedales del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, para mejorar el bienestar humano: rescatando la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

) La zonificación del Plan de Manejo.

El Estudio define cada una de las zonas, de acuerdo a su orientación (conservación, restauración o desarrollo), y las principales condiciones para su ocupación.

En el plan solo se consideró la zonificación de la zona de uso residencial de carácter rural y/o turístico sustentable, por cuanto, para el resto de las zonas se utilizó íntegramente el Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén.

Cuadro Nº 29
Zonificación del Estudio FPA



) **Descripción de la zona considerada**

Zona de uso residencial de carácter rural y/o turístico sustentable.

- **Objetivos:** Permitir el uso residencial y el desarrollo de servicios turísticos a través de formas de ocupación del territorio compatibles con los objetivos de conservación del Santuario y diseños adaptados al valor paisajístico del área.
- **Definición:** Corresponde a sectores con escasas restricciones ecológicas y ambientales que permiten el uso residencial y el desarrollo de servicios turísticos. Estas áreas se caracterizan por poseer pendientes planas a onduladas, localizarse sobre mesetas en donde dominan matorrales bajos y/o pastizales, y por poseer vistas panorámicas representativas de la diversidad paisajística de la Península. Las formas de ocupación del espacio y los diseños de los elementos construidos propuestos deben ser compatibles con los objetivos de conservación del Santuario y cuidadosamente adaptados al valor paisajístico del área.
- **Facultades:** Las escasas restricciones ambientales, la presencia de topografías planas y alto valor paisajístico permiten el establecimiento de residencias con bajos coeficientes de ocupación del suelo y el desarrollo de servicios turísticos sustentables; es decir, formas de ocupación del espacio y diseños compatibles con los objetivos de conservación del Santuario y cuidadosamente adaptados al valor paisajístico del área.
- **Localización:** Mesetas con pendientes planas a onduladas cubiertas de matorral bajo y/o pastizales
- **Consideraciones específicas:** Los proyectos de vivienda deberán incluir un proyecto paisajístico compatible con los objetivos de conservación del Santuario. Además, deberá considerar las condicionantes de subdivisión y edificación establecidas según zonas de sensibilidad ecológica. Todo uso o actividad que aquí se desarrolle se le exigirá la conservación de la vegetación nativa arbórea en un 100%, así como acciones destinadas a la protección y restauración de quebradas, laderas y áreas cercanas a cuerpos de agua. Se prohíbe la corta de vegetación nativa sin autorización de las autoridades ambientales y sectoriales competentes. Se tendrá especial cuidado con la disposición de residuos domiciliarios en relación con la acumulación, vertido, transporte, tratamiento, etc. Los proyectos que se desarrollen en esta zona deberán tratar sus residuos sólidos y líquidos aprobados por la autoridad ambiental y sanitaria competente. Asimismo, todo proyecto de infraestructura y equipamiento desarrollado en esta área deberá someterse, previamente, al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y cumplir con la normativa ambiental de acuerdo a la tipología de proyecto. Se promoverá toda acción destinada a la protección, restauración, descontaminación de áreas ambientales o ecológicamente sensibles (ríos, cuerpos de agua, borde costero, humedales, quebradas, laderas inclinadas, vegetación nativa, entre otras). Se deberá asegurar que los animales domésticos no transiten hacia zonas ecológicamente sensibles tales como vegetación nativa, humedales, quebradas, cuerpos de agua, borde costero. Además, se deberán emprender acciones para el control de especies invasoras y tenencia responsable de mascotas.

En el presente plan regulador de Hualpén, esta zona es coincidente con la zonas ZUR-1 y ZUR-2 (Zonas de uso residencial) .Aquí se permite solo vivienda y hospedaje en el uso de suelo residencial; solo centros de investigación en el equipamiento clase científico, solo restaurantes

en el equipamiento clase comercio y locales comerciales y bares asociados a hospedajes; solo piscinas, saunas baños turcos y centros de hidroterapia en el equipamiento clase deporte; solo servicios profesionales y artesanales en el equipamiento clase servicio. La superficie de subdivisión para la zona ZUR-1 es de 2.000 m² y para la zona ZUR-2 es de 2.500 m²; la ocupación de suelo alcanza al 0,4% en la zona ZUR-1 y 0,2% en la zona ZUR-2 y la altura máxima de edificación para ambas zonas es de 12 m.

4.2.5.- Consideración del Plan de Manejo y Estudio del FPA en el PRC de Hualpén.

) Zona de Uso Inmobiliario Turístico del Plan de Manejo.

En términos de planificación, la Zona de Uso Inmobiliario Turístico del Plan de Manejo, es la que posibilita un mayor uso, dado sus condiciones topográficas de tipo planicie. Esta zona se expresa en las Zonas de Uso Residencial del plan (zonas ZUR- 1 y ZUR- 2) del PRCH. Además, se tomó en consideración el estudio de FPA, que menciona que el uso residencial tiene que estar acorde con los objetivos de conservación del santuario junto con diseños que se encuentren coherentes con el valor paisajístico del área, también considerar que la localización de este uso debe localizarse en mesetas con pendientes planas a onduladas.

El criterio para determinar el uso de suelo de esta zona, se guió principalmente por las características previstas en el Plan Regulador Metropolitano de Concepción, que es el antecedente que fija y regula las condiciones de planificación de los territorios bajo su jurisdicción. Más allá de ello, las condiciones del Plan de Manejo y del estudio del FPA (en lo que respecta a la definición de las zonas ZUR) se han respetado, según se observa en los cuadros comparativos N° 30 y N°31 siguientes.

En efecto, la baja presión de uso requerida por el Plan de Manejo, se cautela al prohibirse los adosamientos y exigir sólo la condición de "aislado" en el sistema de agrupamiento. Asimismo, la superficie de subdivisión predial mínima alcanza a 1.000 m² y el antejardín es de 5 m, condiciones que ayudan a disminuir un mayor impacto en el uso de suelo. Además, la densidad bruta del PRCH es baja, con 80 hab/há. Se aclara que el uso habitacional previsto en el Plan de Manejo, implica aceptar una serie de usos de suelo complementarios, los que se incluyen en el PRCH, con las debidas restricciones. Estos usos de suelo complementarios son equipamientos de las clases: culto y cultura (centros de investigación), comercio (restaurantes y bares y locales asociados a hospedajes), deporte (piscinas, saunas, baños turcos y centros de hidroterapia) y servicios (artesanales y profesionales).

Finalmente, es dable señalar que el Plan de Manejo junto con el estudio del FPA establece otras condiciones que no son aplicables a un Plan Regulador. No obstante, en la Ordenanza del plan, se señala que se deberá dar cumplimiento a la Ley 17.288 (Concejo de Monumentos Nacionales) y al Plan de Manejo del Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, en lo pertinente a las condiciones urbanísticas.

El siguiente cuadro compara los requerimientos de la zona de Uso Inmobiliario Turístico del Plan de Manejo, estudio de FPA y las condiciones establecidas para dicha zona en el PRC.

Cuadro Nº 30

Cuadro comparativo entre el Plan de Manejo, FPA y el PRC propuesto para la zona ZUR-1

Condiciones del Plan de Manejo Zona de Uso Inmobiliario Turístico	Condiciones del estudio de FPA Zona de uso residencial de carácter rural y/o turístico sustentable.	Condiciones del PRC Zona de Uso Residencial de sensibilidad media y baja (ZUR-1)
<u>Uso de suelo</u> a) desarrollo inmobiliario (vivienda en baja ocupación de suelo, parcelas). b) turismo (cabañas, camping, hoteles, restaurantes. c) recreación (cabalgatas, caminatas, pic-nic, camping, deporte. d) centros de investigación.	<u>Uso de suelo</u> a) viviendas y hospedaje compatibles con el objetivo de conservación. b) equipamiento para facilitar actividades recreativas, turísticas y de educación ambiental (senderos, miradores, señalética).	<u>Uso de suelo</u> a) vivienda y hospedaje b) Equipamiento clase científico: centros de investigación asociados a conservación del SNPH. c) Equipamiento clase comercio: restaurantes y comercio y servicio asociado a hospedajes d) Equipamiento clase deporte: piscinas, saunas, baños turcos y centros de hidroterapia e) Equipamiento clase servicio: servicios artesanales y profesionales f) Infraestructura sanitaria y energética inofensiva, solo para solucionar demandas de usos permitidos en la zona. g) Espacio público h) Área verde
<u>Ocupación de suelo:</u> 30% para predios de 1000 a 3000 m ² 20% de la superficie total del loteo	<u>Ocupación de suelo:</u> Sensibilidad media:10% Sensibilidad baja:10%	<u>Ocupación de suelo:</u> 40%
<u>Constructibilidad</u> -----	<u>Constructibilidad</u> Sensibilidad media:10% Sensibilidad baja:20%	<u>Constructibilidad:</u> 120%
<u>Densidad</u>	<u>Densidad</u> 24 hab/ha	<u>Densidad</u> 80 hab/ha
<u>Altura máxima:</u> 15 m	<u>Altura máxima:</u> 7m	<u>Altura máxima:</u> 12 m

Cuadro Nº 31

Cuadro comparativo entre el Plan de Manejo, FPA y el PRC propuesto para la zona ZUR-2

Condiciones del Plan de Manejo Zona de Uso Inmobiliario Turístico	Condiciones del estudio de FPA Zona de uso residencial de carácter rural y/o turístico sustentable.	Condiciones del PRC Zona de Uso Residencial de sensibilidad alta (ZUR-2)
<u>Uso de suelo</u> a) desarrollo inmobiliario (vivienda en baja ocupación de suelo, parcelas). b) turismo (cabañas, camping, hoteles, restaurantes.	<u>Uso de suelo</u> a) viviendas y hospedaje compatibles con el objetivo de conservación. b) equipamiento para facilitar actividades recreativas, turísticas y de educación ambiental (senderos, miradores, señalética).	<u>Uso de suelo</u> a) vivienda y hospedaje. b) Equipamiento clase comercio: restaurantes, locales comerciales y bares solo asociado a hospedajes c) Equipamiento clase deporte: piscinas, saunas, baños turcos y centros de hidroterapia d) Equipamiento clase servicio: servicios

c) recreación (cabalgatas, caminatas, picnic, camping, deporte. d) centros de investigación.		artesanales y profesionales e) Infraestructura sanitaria y energética inofensiva, solo para solucionar demandas de usos permitidos en la zona. f) Espacio público g) Área verde
<u>Ocupación de suelo:</u> 30% para predios de 1000 a 3000 m ² 20% de la superficie total del loteo	<u>Ocupación de suelo:</u> Sensibilidad alta: 5%	<u>Ocupación de suelo:</u> 20%
<u>Constructibilidad</u> -----	<u>Constructibilidad</u> Sensibilidad alta: 10%	<u>Constructibilidad:</u> 80%
<u>Densidad</u>	<u>Densidad</u> 16 hab/ha	<u>Densidad</u> 40 hab/ha
<u>Altura máxima:</u> 15 m	<u>Altura máxima:</u> 7m	<u>Altura máxima:</u> 12 m

) Zona de Turismo de Naturaleza.

En el presente Plan Regulador Comunal de Hualpén, esta zona coincide en su mayor parte con la zona ZIN (Zona de Interés Natural), con usos de suelo equipamiento de la clase científico, espacio público y área verde. Todos los otros usos de suelo están prohibidos. Por lo anterior, no contradice los preceptos del Plan de Manejo.

Adicionalmente, el PRCH considera en la Zona de Turismo de Naturaleza una zona diferente: La Zona de Dunas (ZD)

Respecto a la ZD, el presente estudio establece el riesgo de tsunamis del tipo "alto", el que afecta las áreas señaladas en el cuadro N° 5 de este documento. Claramente, las dunas corresponden a elevaciones geomorfológicas que podrían ayudar a disminuir los efectos del avance de una ola de tsunami. Por este motivo, se prefirió limitar el uso de restaurantes y camping como lo señala el Plan de Manejo, reemplazándola por un uso ligado a la protección ambiental y a la seguridad que brindan las dunas. No obstante, en esta zona no se limitan las caminatas, senderismo y excursiones de mayor alcance, cabalgatas, educación ambiental, observación y fotografía de flora y fauna, ya que ellas no son actividades que se incluyan en un IPT.

Por otra parte, el Plan de Manejo establece para esta área una intensidad de uso media o baja, dependiendo de la sensibilidad ambiental del área donde se emplace el proyecto. Esta intensidad media o baja se cautela en el PRCH, por medio de una superficie de subdivisión predial mínima que alcanza los 10.000 m²; la condición exclusiva de un sistema de agrupamiento aislado (sin posibilidad de adosamientos) y un antejardín amplio de 10 m.

) El Plan de Manejo, el PRCH, el PRMC y el estudio de riesgos.

Por último, es importante señalar que el PRCH debe guiarse por el PRMC, que constituye el antecedente normativo que guía las condiciones de planificación, así como por el presente estudio de riesgos. El PRMC, en particular su modificación respecto a la Península de Hualpén, se hizo con atención al Plan de Manejo. Sin embargo, las normas del presente PRCH son aún más restrictivas que las normas del propio PRMC. Así, por ejemplo, la subdivisión predial mínima del PRMC es de 600 m² para las áreas utilizables, en tanto la subdivisión del presente PRCH es en general de 2.000 m² y 2.500 m².

5.- SINTESIS Y CONCLUSIONES.

5.1.- Síntesis.

El enfoque de los riesgos que se analizaron, así como las zonas no edificables y las áreas de protección de recursos de valor natural, siguieron estrictamente los lineamientos establecidos por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en particular, el Art. 2.1.17. Ello, en atención a que este documento constituye el estudio fundado para restringir el desarrollo urbano en determinados sectores de Hualpén, por constituir peligro para sus habitantes.

En mérito de lo anterior, las áreas de riesgo; las zonas no edificables y las áreas de protección de recursos de valor natural que el presente estudio recomienda incluir en el IPT, son las siguientes:

ÁREAS DE RIESGO.

a.- Zonas inundables o potencialmente inundables:

-) **Riesgo de inundación por tsunami:** Este riesgo se localiza fundamentalmente en el sector de la marisma de Lengua. Para los efectos de este estudio, se ha considerado el riesgo de niveles alto y medio, ya que el nivel bajo es poco significativo en superficie y en la cuantía de daños que pueda generar una altura de flujo somera, menor a 0,5 m
-) **Riesgo de inundación por desborde de cauce:** Este riesgo coincide en su mayor parte con el área de riesgo de inundación por tsunami, pero afecta, además, otras zonas, como la mayor parte del área industrial, vastas zonas del borde ribereño del Biobío y algunos sectores aledaños a la laguna Price. La mayor parte de las áreas afectadas por este riesgo se encuentran, al momento de realizado este estudio, sin uso urbano. Sin embargo, se reconoce la presión de uso de tales sectores, dada su buena accesibilidad. Por ello, se recomienda que el IPT restrinja los usos en estas áreas, principalmente el uso de suelo residencial. Para este riesgo se utilizaron sólo el nivel alto, ya que el nivel medio y bajo son poco significativo en cuanto a extensión de superficie. Es del caso señalar, que las nuevas poblaciones, edificadas sobre rellenos, modifican la morfología del terreno, alterando las superficies afectadas por el riesgo de inundación por desborde de cauce. Por ello, los estudios de riesgo que elaboren los interesados, deberán incluir los eventuales efectos que sus rellenos producirían sobre el entorno.
-) **Riesgo de inundación por anegamiento:** Este riesgo se encuentra presente en las proximidades del canal Ifarle, en el sector Este de la comuna y en el sector de la marisma de Lengua, afectando parte del área industrial. Cabe señalar, que este riesgo coincide en algunos sectores con el riesgo de inundación por desborde de cauce y riesgo de inundación por tsunami. Por tal motivo, se utilizó sólo el nivel de riesgo alto, ya que los niveles de riesgo medio y bajo, quedaban igualmente inscritos en el riesgo de inundación por desborde de cauce.

b.- Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas:

-) **Riesgo de remoción en masa:** Este riesgo se encuentra presente en los contornos escarpados del Macizo Peninsular de Hualpén. Se trata, por lo tanto, de zonas con restricciones naturales a la ocupación humana, ya que constituyen un peligro potencial

para los asentamientos urbanos. Adicionalmente, el área en que se encuentra presente este riesgo, coincide con el Santuario de la Naturaleza de Hualpén, por lo que, igualmente, presenta restricciones de ocupación. Para los efectos de este estudio, se consideró con restricción total sólo el nivel alto, ya que el nivel medio se puede controlar mediante una baja intensidad de uso del territorio, con lo cual es posible disminuir su carga de ocupación.

Por su parte, el nivel de riesgo bajo es poco significativo en los efectos que pudiera causar. Las áreas con riesgo bajo o bien exentas de riesgo se localizan en las planicies altas de la península, lo que coincide en gran parte, con las áreas susceptibles de ser utilizadas, conforme al Plan de Manejo de la Península de Hualpén y coincidente con ello, las áreas liberadas para uso urbano según la modificación del PRMC.

c.- Zonas o terrenos con riesgos generados por la actividad o intervención humana:

-) **Riesgo por sitios contaminados:** Este riesgo se encuentra presente en el sector Oeste del área industrial de Hualpén, (norte de la comuna) afectando parte de la marisma de Lengua. Allí se detectó presencia de mercurio en el suelo, diferenciado en distintos niveles de peligrosidad. En función de la cantidad de mercurio y la peligrosidad que reviste esta sustancia, se consideró los riesgos de nivel medio, tomando en consideración en promedio de nivel alto y bajo que son poco significativos en extensión.

Adicionalmente, se recomienda incorporar en el IPT, las conclusiones del estudio elaborado por la oficina consultora Área-Sur, relacionada con los impactos ambientales producidos sobre el aire por el polo industrial de Hualpén. En efecto, la emisión de material particulado disminuye la calidad de vida de las poblaciones El Triangulo, Arturo Prat y 18 de septiembre, seguidas de los sectores Cabo Aroca I y II. Al respecto, se sugiere limitar el uso de suelo residencial y establecer equipamientos a baja escala, en los sectores directamente afectados.

ZONAS NO EDIFICABLES.

El presente estudio reconoce las siguientes zonas, en las cuales se debe restringir toda construcción: El cono de aproximación de aviones al aeropuerto; la franja legal de protección del gaseoducto y oleoducto; la franja legal de protección del corredor ferroviario y la franja legal de protección de las líneas de alta tensión.

-) **La zona de alto riesgo del cono de aproximación de aviones al aeropuerto,** se encuentra amparado por el D.S. N° 924 de 20 de diciembre de 1995 de la Subsecretaría de Aviación, publicado en el D.O. de 13 de febrero de 1996.
-) **La franja de protección del gaseoducto y oleoducto,** corresponde a la faja de 10 m de ancho y que se encuentra amparado por el Decreto N° 280, Reglamento de seguridad para el Transporte y Distribución de Gas de Red./ Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, de 28 de octubre de 2009
-) **La franja de protección del corredor ferroviario** corresponde a la faja de 20 m de ancho y que se encuentra amparado por Ley General de Ferrocarriles, decreto N° 1.157 de 13 de julio de 1931.
-) **La franja de protección de las líneas de alta tensión** corresponde a la faja de protección que se encuentra amparado por el Art. 5.1.9 de la Ordenanza General de

Urbanismo y Construcciones, por el Art. 56 del DFL N° 1 de 1982 del Ministerio de Minería , y por el Reglamento de Instalaciones de Corrientes Fuertes, Artículos 94 y 108 al 111 del Ministerio de Economía, Fomento y Producción.

AREAS DE PROTECCIÓN DE RECURSOS DE VALOR NATURAL.

Las áreas de protección de recursos de valor natural, constituyen áreas que se requiere proteger y que cuentan con respaldo legal. En este estudio, estas áreas se encuentran al interior del Santuario de la Naturaleza. El presente PRCH sugiere una zonificación que es compatible con las restricciones oficiales del Santuario, siendo incluso más restrictiva en algunos casos. Las zonas son las siguientes:

-) **Zonas de Uso Residencial (ZUR-1 y ZUR-2)**, corresponde a una ocupación de bajo impacto, localizada en las planicies altas de la Península de Hualpén.
-) **Zona Asentamiento Costero 1 y 2 (ZAC-1 y ZAC-2)**, corresponden a las caletas pesqueras de Lenga y Chome respectivamente.
-) **Zona de Interés Natural (ZIN)**, que coincide con el Macizo Peninsular de Hualpén, en donde se permite sólo el uso de suelo área verde y espacio público.
-) **Zona de Playa (ZP)**, que corresponde a las playas de la Desembocadura, Rocoto, Las Escaleras, Los Burros, Ramuntcho, Lenga y otras playas menores identificadas en el plano correspondiente.
-) **Zona de Humedal (ZH)**, que corresponde a la marisma de Lenga, que se encuentra protegida, por estar incluida en el Santuario de la Naturaleza de Hualpén
-) **Zona de Dunas (ZD)**, ubicada en el sector de Lenga, se encuentra destinado a proteger las dunas existentes, con el objetivo de mitigar el riesgo de tsunami.

5.2.- Conclusiones.

El presente estudio de Riesgos y de Protección Ambiental, forma parte integrante del Plan Regulador Comunal de Hualpén, en calidad de anexo de la Memoria Explicativa correspondiente.

En un sentido general, se observa que los riesgos naturales que pueden afectar a la comuna de Hualpén, no tienen aquí una incidencia mayor, respecto a otras comunas.

El riesgo de tsunami pudiera ser uno de los riesgos de mayor efecto, pero la conformación geográfica y la localización del área urbana consolidada, hacen que sus efectos prácticamente no incidan en el asentamiento humano. Ello, debido a que el área inundable, según el estudio de riesgos de la UBB, correspondería prácticamente al Estuario de Lengua. Así también, el riesgo de inundación fluvial y anegamiento, no afectan mayores sectores habitados, con excepción de las caletas y algunos conjuntos menores, pero no se dirigen en contra de la localidad habitada en su conjunto. En esta misma dirección, se aprecia que el riesgo de remoción en masa, prácticamente afecta a sectores no habitados, como ocurre en el Santuario de la Naturaleza de la Península de Hualpén.

Sin embargo, debe precisarse que los riesgos que sí afectan a la población son los de menor escala, como los microbasurales, la contaminación atmosférica por efecto de la industria, (que no se puede incluir en el IPT) los anegamientos de menor grado, como los del entorno del humedal Price o el humedal Los Boldos, etc., los cuales no son susceptibles de incorporarse en el instrumento de planificación. Por otra parte, la cercanía del aeropuerto Carriel Sur, establece limitaciones importantes al desarrollo urbano, tanto en un área de restricción total (área no edificable) como en su zona aledaña, que tiene restricciones de altura, según la normativa vigente.

En relación a los aportes de este estudio al Plan Regulador Comunal de Hualpén, éstos se traducen en el conjunto de polígonos de riesgo (señalados en el pto. 5.1.- anterior) que pasarán a ser incluidos en el plano normativo y que establecerán la obligatoriedad de realizar estudios específicos, en caso de que se desee ejecutar obras en dichas áreas.

Si bien es cierto, el área urbana consolidada de Hualpén está regida por un instrumento de nivel superior, como lo es el PRMC, el área de la Península de Hualpén aparece como el sector con posibilidades de mayor desarrollo urbano, dado el reciente levantamiento de restricciones. Sin duda, los aportes de este estudio se expresarán en forma especial, en la Península de Hualpén.

Daniel Hurtado Hurtado
Geógrafo
Asesoría Urbana-SECPLAN
Ilustre Municipalidad de Hualpén

Hualpén, junio de 2018.

-) El presente corresponde a la actualización del "Estudio de Riesgos para el PRC de Hualpén" realizado por Katherine Garcés Zapata, Geógrafo de la Universidad de Concepción, en octubre de 2014.

Bibliografía de las principales fuentes y estudios consultados

- J Centro EULA-Chile (2012). Recuperación de Ecosistemas Terrestres y Humedales del Santuario de la Naturaleza de la Península de Hualpén, para Mejorar el Bienestar Humano: Rescatando la biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Fondo de Protección Ambiental, SEREMI de Medio Ambiente Región del Bio Bío.
- J "Estudio de Riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la Región del Biobío." Universidad del Biobío.
- J SHOA, 2002: Tsunami: Las grandes olas, Publicaciones Oceanográficas, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2002.
- J SHOA, 2000: El Maremoto del 22 de mayo en las costas de Chile, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2da Edición 2000.
- J SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES (SINAPRED). Secretaría Ejecutiva. *Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en función de las Amenazas naturales*. www.sinapred.gob.ni.
- J SISTEMA NACIONAL PARA LA PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y ATENCIÓN DE DESASTRES (SINAPRED). Secretaría Ejecutiva. *Plan de Ordenamiento Territorial Municipal en función de las Amenazas naturales*. www.sinapred.gob.ni.
- J CIREN. Estudio agrológico VIII Región. Descripciones de suelos, materiales y símbolos. 1999. CENTRO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS NATURALES.
- J IGM, Instituto Geográfico Militar. (1983) Geografía de Chile. Tomo II: Geomorfología. Primera Edición.
- J MARDONES, M. y VIDAL, C. (2001). La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción. *EURE* (Santiago) [online].
- J PEÑA, C. (1995) Geomorfología de la ribera norte del río Biobío en su curso inferior. Limitaciones y potencialidades del área Centro EULA-Chile. Universidad de Concepción.
- J SERNAGEOMIN, Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. 2002.
- J Subsecretaría de Marina. Cartografía del Borde Costero de la región del Biobío. Serie de Planos escala 1:10000. 2006.
- J Manual Práctico de Jurisprudencia Administrativa para Planes Reguladores Comunales, Intercomunales y Metropolitanos / Contraloría General de la República.
- J Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.