

INFORME FINAL

Estudios de Riesgos y Vulnerabilidad del área metropolitana Iquique- Alto Hospicio ante los desastres naturales y al cambio climático

ESTUDIO: “Diagnóstico Área Metropolitana en la Región de Tarapacá”

ID: 768-26-LP17

Edición 1 / 03 de Septiembre de 2018.

Preparado por:



HABITERRA Ltda. CONSULTORES

Dir: Príncipe de Gales N° 5921 Of. 1009 La Reina | Santiago.
Tél 56-2-6352768 | 635 9620-| 665 7344 |
E mail pguzman@habitterra.cl izapata@habitterra.cl
recepcion@habitterra.cl | Web www.habitterra.cl

Preparado para:



GOBIERNO REGIONAL TARAPACA

Departamento de Planificación Ordenamiento Territorial
División de Planificación y Desarrollo Regional
Fono: 572373732
www.goretarapaca.gov.cl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ETAPA 1. ESTUDIOS DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA IQUIQUE-ALTO HOSPICIO.....	7
1 FASE 1 PREPARATORIA.....	7
1.1 Selección participativa del tipo de amenazas	7
1.2 Estrategias de participación y comunicación	7
1.2.1 Reuniones de seguimiento y coordinación	7
1.2.2 Mesas de trabajo sectoriales	7
1.2.3 Talleres de discusión y diseminación.....	8
2 FASE 2: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	18
2.1 Resultados del Taller 1: Diagnóstico de amenazas.	19
2.1.1 Fase expositiva	19
2.1.2 Fase mesas de trabajo taller	22
2.1.3 Plenaria.....	24
2.2 Análisis de las causas de vulnerabilidad.....	25
2.2.1 Dimensión Humana.....	26
2.2.2 Dimensión Física	32
2.2.3 Dimensión Funcional.....	41
2.2.4 Dimensión Económica	56
2.2.5 Dimensión Institucional	88
2.3 Análisis probabilístico y de susceptibilidad.....	94
2.3.1 Introducción	94
2.3.2 Amenaza de Actividad sísmica	96
2.3.3 Amenaza de Tsunami o maremoto	104
2.3.4 Amenaza de procesos de ladera (deslizamientos y caída de rocas).....	106
2.3.5 Amenaza de Inundaciones fluviales o de tierra adentro (flujos en quebradas o aluviones).....	111
2.3.6 Amenazas asociadas a fenómenos meteorológicos, y la inclusión de los efectos del cambio climático: Aumento de Temperatura y Vientos extremos.....	114
3 FASE 3: Priorización de los retos de vulnerabilidad	127
3.1 Retos de vulnerabilidad por amenazas prioritarias	128
3.1.1 Sismo	128
3.1.2 Tsunami en Iquique.....	128
3.1.3 Flujos por quebradas o Aluviones	129
3.1.4 Remoción en masa	130
3.1.5 Marejadas en Iquique.....	130
3.1.6 Vientos extremos	130
3.1.7 Hundimiento por suelo salino en Alto Hospicio	131
3.1.8 Alteraciones de temperaturas	132
3.2 Resultados del Taller 2 Validación y priorización de propuestas.....	132
3.2.1 Consultas y comentarios en el desarrollo del taller.....	133
3.2.2 Fase Taller Mesas de trabajo.....	134
3.2.3 Plenaria final	140
3.3 Presentación avance estudio CORECIVYT	143
3.4 SINTESIS DE RETOS DE VULNERABILIDAD PARA EL SISTEMA URBANO IQUIQUE – ALTO HOSPICIO.....	143
3.4.1 Análisis de riesgo de origen natural	143
3.4.2 Priorización de retos	153
4 FASE 4: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD.....	155
4.1 Estrategias de reducción de vulnerabilidad	155
4.1.1 Reto 1: Reducción de la pobreza y medidas de integración social urbana.....	155

4.1.2	Reto 2: Planificación del uso del suelo orientando las estrategias de crecimiento urbano en concordancia con la gestión de riesgos de desastres naturales.....	156
4.1.3	Reto 3: Mejorar la conectividad Iquique – Alto Hospicio, con alternativas de la ruta A-16.	157
4.1.4	Reto 4: Mejoramiento de las instalaciones - redes de infraestructuras y servicios sanitarios básicos	159
4.1.5	Reto 5: Prevención y adecuación de sitios con mayor exposición a amenazas de borde costero, y generación de centros de equipamiento críticos en zonas seguras.....	160

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1	Mapa de Amenazas de apoyo al trabajo Taller.....	11
Ilustración 2-1	¿Por qué estudiar las vulnerabilidades y riesgos?	18
Ilustración 2-2:	Marco conceptual amenaza - vulnerabilidad	19
Ilustración 2-3:	Resultados registros de planos en mesas de trabajo.....	20
Ilustración 2-4	Estratificación socioeconómica 1992 y 2002.....	28
Ilustración 2-5	Densidad habitacional, detalle para las áreas urbanas vigentes.....	31
Ilustración 2-6	Atomización predial, detalle para las áreas urbanas Iquique – Alto Hospicio	37
Ilustración 2-7	Atomización predial, detalle para las áreas urbanas de extensión Iquique.....	38
Ilustración 2-8:	Flujos red vial interurbana Iquique - Alto Hospicio	45
Ilustración 2-9	Distribución de equipamiento seguridad Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio	51
Ilustración 2-10:	Principales accesos a Iquique y Alto Hospicio	53
Ilustración 2-12	Sistema ferroviario FERRONOR comunas Iquique-Alto Hospicio.....	54
Ilustración 2-13:	Ubicación de las principales Caletas pesqueras de Iquique	57
Ilustración 2-14:	Ubicación de principales yacimientos en explotación Región de Tarapacá (2016).....	61
Ilustración 2-15	Concentración de predios industriales Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio	68
Ilustración 2-16	Ubicación manzanas del sector portuario Comuna de Iquique	70
Ilustración 2-17	Número de predios Almacenamiento y Bodegaje Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio .	72
Ilustración 2-18	Concentración de predios transporte Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio	74
Ilustración 2-19	Distribución de N° de predios por manzana destinados a comercio Iquique-Alto Hospicio	80
Ilustración 2-20	Distribución de N° de predios por manzana destinados a actividades turísticas Iquique-Alto Hospicio	84
Ilustración 2-21	Distribución de N° de predios por manzana destinados a servicios en Iquique-Alto Hospicio	86
Ilustración 2-22	Niveles de conducción y organización de respuesta ante catástrofe Región de Tarapacá.....	91
Ilustración 2-23	Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno	107
Ilustración 2-24:	Registro de Máximas Temperatura °C por Hr/ día en data 2017.	117
Ilustración 2-25:	Mapa de Amenaza según variación de temperatura mensual	120
Ilustración 2-26:	Registro de Máximas WS (m/s) por Hr/ día en data 2017.	122
Ilustración 2-27:	Mapa de Amenaza según variación de Velocidad de viento mensual (WS m/s).....	124
Ilustración 3-1:	Marco Conceptual para la identificación de Retos de Vulnerabilidad.....	127
Ilustración 3-2:	Dimensiones- variables e indicadores para el Análisis Multicriterio.	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Programa de la jornada Taller 1	8
Tabla 1-2:	Listado de Peligros Inicio Rápido y Lento consultadas para su priorización.	10
Tabla 1-3:	Programa Jornada Taller 2	13
Tabla 1-4:	Matriz Vulnerabilidades – Amenazas.....	16
Tabla 2-1:	Resultados priorización de amenazas	23
Tabla 2-2:	Distribución de hogares según ingresos para Iquique y Alto Hospicio	27
Tabla 2-3:	Caracterización de estratos en torno a avalúos fiscales de los predios, para la desagregación territorial	29

Tabla 2-4: Estratificación social de Iquique y Alto Hospicio	30
Tabla 2-5: Vulnerabilidad según calidad de la construcción y materialidad de edificación	34
Tabla 2-6: Calidad de la edificación de Iquique y Alto Hospicio	34
Tabla 2-7: Superficie predial predominante por manzana en Iquique y Alto Hospicio	36
Tabla 2-8: Superficie edificada M2 según usos de suelo Áreas Urbanas de Iquique- Alto Hospicio	39
Tabla 2-9: Niveles de vulnerabilidad según distribución de usos de suelo	40
Tabla 2-10: Superficie urbana Há en Iquique y Alto Hospicio según puntaje de vulnerabilidad de usos de suelo	41
Tabla 2-11: Usos de suelo por sector, Iquique 2014	42
Tabla 2-12: Rangos de vulnerabilidad según intensidad de uso	44
Tabla 2-13: N° de actividades que desarrollan las personas según escenarios probabilísticos y nivel de vulnerabilidad	47
Tabla 2-14: Homologación de usos y destinos	48
Tabla 2-15: Equipamientos Educación – Comuna de Iquique	49
Tabla 2-16: Equipamientos Educación – Comuna de Alto Hospicio	49
Tabla 2-17: Oferta Establecimientos Educativos Iquique- Alto Hospicio	49
Tabla 2-18: Equipamientos Salud – Comuna de Iquique	50
Tabla 2-19: Equipamientos Salud – Comuna de Alto Hospicio	50
Tabla 2-20: Equipamientos Seguridad – Comuna de Iquique	50
Tabla 2-21: Equipamientos Seguridad – Comuna de Alto Hospicio	50
Tabla 2-22: Equipamientos Servicios – Comuna de Iquique	52
Tabla 2-23: Equipamientos Servicios– Comuna de Alto Hospicio	52
Tabla 2-24: Velocidades de desplazamiento modo caminata por grupo etareo.	55
Tabla 2-25: Caletas Oficiales en comuna de Iquique	57
Tabla 2-26: Desembarque pesquero artesanal en Iquique (Ton.)	58
Tabla 2-27: Desembarque pesquero en Región de Tarapacá. Enero-Octubre de 2017	59
Tabla 2-28: Registro de Pescadores artesanales y buzos en caletas de Iquique (2017)	59
Tabla 2-29: Faenas Mineras activas en Región de Tarapacá	60
Tabla 2-30: Estadísticas de Producción Minera Metálica y No Metálica, Región de Tarapacá (Ton).....	62
Tabla 2-31: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Iquique. Año 2005-2015	63
Tabla 2-32: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Alto Hospicio.	64
Tabla 2-33: Estadísticas de Empresas contribuyentes por rubro - Comuna de Iquique. Año 2015.....	65
Tabla 2-34: Estadísticas de Empresas contribuyentes por rubro - Comuna de Alto Hospicio. Año 2015.....	66
Tabla 2-35: Predios industriales en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio	67
Tabla 2-36: Superficies asociadas a Puerto de Iquique y Gobernación Marítima de Iquique (2017)	69
Tabla 2-37: Predios portuarios en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio.....	69
Tabla 2-38: Predios transporte en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio	70
Tabla 2-39: Predios bodegaje y almacenaje en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio.....	71
Tabla 2-40: Composición de destinos Transporte (T) y Bodegaje y Almacenaje (L) en Iquique	73
Tabla 2-41: Composición de destinos Transporte (T) y Bodegaje y Almacenaje (L) en Alto Hospicio	73
Tabla 2-42: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Iquique.....	76
Tabla 2-43: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Iquique.....	77
Tabla 2-44: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio	78
Tabla 2-45: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio.....	78
Tabla 2-46: Predios comerciales en Comuna de Iquique	79
Tabla 2-47: Predios comerciales en Comuna de Alto Hospicio	80
Tabla 2-48: Estadísticas de Alojamiento Turístico. Iquique, Región de Tarapacá y País.....	82
Tabla 2-49: Llegadas y pernoctaciones en Establecimientos de Alojamiento Turístico de Iquique.....	83
Tabla 2-50: Predios turísticos en Comuna de Iquique	83
Tabla 2-51: Predios turísticos en Comuna de Alto Hospicio	84
Tabla 2-52: Predios servicios en Comuna de Iquique	85
Tabla 2-53: Predios servicios en Comuna de Alto Hospicio	85

Tabla 2-54: Vulnerabilidad en función de la pérdida de productividad de las actividades económicas	88
Tabla 2-55: Actores públicos y privados tomadores de decisiones Iquique y Alto Hospicio	88
Tabla 2-56: Enfoques de Gestión de Riesgo de Desastre	92
Tabla 2-57 Tipos de suelo en la normas chilenas para diseño de edificios e instalaciones industriales.	97
Tabla 2-58 Clasificación de suelos basada en las disposiciones del NEHRP (*).	97
Tabla 2-59 Categoría basada en la velocidad media de las ondas de corte en los 30 metros superficiales del terreno Vs30.....	98
Tabla 2-60 Calidad del suelo en base a su unidad geológica y el valor Vs 30.	98
Tabla 2-61 Clasificación de tipos de suelo según su respuesta sísmica esperada.	99
Tabla 2-62 Distancias que alcanzan diferentes valores de PGA para cada estructura, calculados en base a las leyes de atenuación de Ambraseys y Douglas (2003).	102
Tabla 2-63 Peligrosidad asociada a aceleración máxima en cada zona del área de estudio.	103
Tabla 2-64 Registro histórico de los principales eventos de tsunamis que han afectado a la comuna de Iquique	104
Tabla 2-65 Categorías de susceptibilidad para la generación de procesos de ladera.....	108
Tabla 2-66 Categorías en el análisis del nivel de amenaza de procesos de laderas.	109
Tabla 2-67 Nivel de amenaza de generación y alcance de procesos de ladera.	109
Tabla 2-68 Principales eventos de precipitaciones en Iquique.	111
Tabla 2-69 Efecto en las variables meteorológicas asociadas a amenazas naturales, del cambio climático para un futuro cercano y medio, en el área de estudio.	114
Tabla 2-70: Umbrales para los parámetros meteorológicos	116
Tabla 2-71: Resultado de la modelación de Temperatura °C por mes	117
Tabla 2-72: Porcentajes respecto al <i>peak</i> de menor valor de aumento de T°	119
Tabla 2-73: Porcentajes respecto al <i>peak</i> de menor valor de aumento de T° para futuro cercano y futuro intermedio respectivamente, con incorporación de Cambio Climático.	119
Tabla 2-74: Resultado de la modelación de Velocidad Viento (WS) por mes.....	123
Tabla 3-1: Resultados de las matrices Vulnerabilidades – Amenazas Taller 2.	142
Tabla 3-2: Resultados de los ponderadores de las dimensiones de la vulnerabilidad según amenazas priorizadas.....	145
Tabla 3-3: Resultados Riesgo Sísmico Área de Estudio	145
Tabla 3-4: Resultados de riesgo según vulnerabilidad sísmica	146
Tabla 3-5: Resultados Riesgo Tsunami Área de Estudio	147
Tabla 3-6: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Tsunami	147
Tabla 3-7: Resultados Riesgo Aluvional Área de Estudio.....	148
Tabla 3-8: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Aluviones.....	149
Tabla 3-9: Resultados Riesgo Remoción en Masa Área de Estudio	149
Tabla 3-10: Resultados de riesgo según vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra	150
Tabla 3-11: Resultados Riesgo Hundimiento por Suelo Salino.	150
Tabla 3-12: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Hundimiento de Suelo.....	151
Tabla 3-13: Resultado de los niveles de Riesgo por Vientos extremos, según superficie afectada del área de estudio.....	151
Tabla 3-14: Resultado de los niveles de Riesgo por Aumento de Temperatura, según superficie afectada del área de estudio.	152
Tabla 3-15: Resultados de Superficies de Riesgo Iquique	153
Tabla 3-16: Resultados de Superficie de Riesgos Alto Hospicio	153
Tabla 3-17: Mayores niveles de riesgo para la priorización de retos de reducción de vulnerabilidad	154

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2-1 Porcentajes de predios por estrato socioeconómico.....	30
Gráfico 2-2 Porcentajes de predios por materialidad de la construcción.....	33
Gráfico 2-3 Porcentajes de predios por categorías de calidad de la construcción.....	33
Gráfico 2-4 Porcentajes de predios por vulnerabilidad física de calidad de la construcción.....	34
Gráfico 2-5 Distribución de la superficie predial predominante por manzana.....	36
Gráfico 2-6: Superficie M2 edificada según Usos de Suelo comparado Comunas.....	39
Gráfico 2-7: Puntaje de Vulnerabilidad según usos de suelo Iquique- Alto Hospicio.....	40
Gráfico 2-8 Porcentajes de usos por sector, Iquique 2014.....	43
Gráfico 2-9: Escenarios probabilísticos N° actividades de las personas por vulnerabilidad.....	47
Gráfico 2-10: Distribución del PIB Nominal Región de Tarapacá 2015.....	56
Gráfico 2-11: Desembarque total (ton) de caletas artesanales y Puerto de Iquique.....	58
Gráfico 2-12: Crecimiento de la Producción Minera Metálica y No Metálica Región de Tarapacá.....	63
Gráfico 2-13: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Iquique. Año 2005-2015.....	64
Gráfico 2-14: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Alto Hospicio. Año 2005-2015.....	65
Gráfico 2-15: Movimiento comercial ZOFRI 2016. Millones de USD, valor CIF.....	75
Gráfico 2-16: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Iquique.....	76
Gráfico 2-17: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Iquique.....	77
Gráfico 2-18: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio.....	78
Gráfico 2-19: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio.....	79
Gráfico 2-20: Crecimiento de llegadas a Establecimientos de Alojamiento Turístico. Base año 2006 = 100... ..	82
Gráfico 3-1: Resultados superficie de Riesgos para Iquique - Alto Hospicio.....	152

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 2-1: Fase Mesas de trabajo taller.....	22
Foto 2-2: Desarrollo fase plenaria del taller.....	24
Foto 2-3 Bloque caído que alcanza una distancia aproximada de 800 m con respecto al pie de la ladera observada en la comuna de Alto Hospicio.....	108
Foto 3-1: Desarrollo Fase Expositiva del Taller.....	134
Foto 3-2: Desarrollo Fase Mesas de Trabajo del Taller.....	140

ANEXOS

ANEXO 1: Construcción Modelo Análisis Multicriterio

ANEXO 2 Planos resultados de Amenazas, Vulnerabilidades y Riesgos.

ETAPA 1. ESTUDIOS DE RIESGOS Y VULNERABILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA IQUIQUE-ALTO HOSPICIO

La presente etapa desarrolla los riesgos y vulnerabilidad del área de estudio delimitada en la etapa inicial anterior, correspondiente a una superficie intercomunal de 14.000 Ha.

1 FASE 1 PREPARATORIA

1.1 SELECCIÓN PARTICIPATIVA DEL TIPO DE AMENAZAS

El componente de participación institucional para la elaboración del presente estudio tiene un carácter transversal, continuo y secuencial que retroalimenta el proceso técnico, orientando y documentando el proceso de decisiones y acuerdos sobre planificación territorial. El objetivo es establecer un dialogo e intercambio de información permanente con la contraparte técnica o mesa técnica interinstitucional integrada por diversos grupos de actores, e instituciones con diferentes intereses desplegados en el territorio sujeto a estudio. Esta estrategia tiene el propósito de retroalimentar y validar la metodología y propuestas de análisis de vulnerabilidad y riesgos del área metropolitana Iquique – Alto Hospicio frente al cambio climático, levantando las aspiraciones y concepciones de los habitantes, conforme a una estrategia de sustentabilidad urbana, integración de los componentes requeridos y características de su entorno.

La estrategia de participación institucional que se propone implementar cumple con los tres principios básicos fundamentales de Transparencia, Información y consulta. Por lo tanto, las distintas instancias de participación se conciben como espacios de trabajo, de confrontación de ideas, y de adopción de principios de acuerdos o consensos sobre los aspectos metodológicos claves de diagnóstico y prospectiva urbana en miras de construcción de escenarios de desarrollo urbano metropolitano futuro.

Se seleccionaron 5 peligros de inicio rápido y 2 peligros de inicio lento conforme al listado indicado en las bases técnicas, tanto para Iquique y Alto Hospicio según lo que se expone en el punto 2.1. resultado del Taller 1. Diagnóstico de amenazas.

1.2 ESTRATEGIAS DE PARTICIPACIÓN Y COMUNICACIÓN

1.2.1 Reuniones de seguimiento y coordinación

Se llevaron a cabo reuniones de coordinación y seguimiento con la unidad técnica contraparte del estudio conformada por los profesionales del GORE – DIPLAD, en cada hito de avance metodológico y en el contexto de consensuar metodologías y programa de realización de los talleres de discusión y diseminación. Las instancias fueron:

- Reunión de coordinación 05.04.2018 a las 15:30- 16:30 horas, coordinaciones y alcances de metodología y realización de taller N°2.
- Reunión de seguimiento 26.03.2018 a las 15:30- 17:30 horas, asiste profesional residente a las oficinas del GORE Arqto. Víctor Valenzuela, y se establece contacto vía Skype con los profesionales en oficina de Sgto.
- Reunión de coordinación 13.03.2018 a las 15:30- 16:30 horas, coordinaciones y alcances de metodología y realización de taller N°1.

1.2.2 Mesas de trabajo sectoriales

Las mesas de trabajo sectorial se desarrollaron como reuniones para la entrega de información base al estudio de riesgos. Estas fueron:

- Reunión realizada en las dependencias de la DIPLAD GORE en día 11.04.2018 a las 15:30 horas., en la cual se entrega información por parte del Programa de Emergencias de la Gobernación Provincial de Iquique Sr. Luis Valenzuela Martínez, correspondientes a antecedentes de la catástrofe del 1° abril de 2014, esto es Informe de catastro zona norte, Resumen Informe ALFA de la Gobernación Provincial, y la entrega de ayuda ONEMI a la provincia de Iquique.

- Reunión realizada en las dependencias de ONEMI el día 21.03.2018. DOH entrega a la consultora información de control aluvional y posible ruta de deslizamientos de quebradas Zofri, Esmeralda, Seca y Santa Rosa).
- Correo electrónico de fecha 22.03.2018 en la cual se remite archivo digital de Texto DXF y una línea de costa en formato *.* SHAPE. , remitido por la contraparte técnica en nombre de Karen Astudillo Tapia Profesional Departamento de Planificación de la DIPLAD.
- Reunión de coordinación referida a "Riesgos aluvionales de la Región de Tarapacá" sostenida el día 09.03.2018 en las dependencias de ONEMI.
- Transferencia de datos meteorológicos gestionados por el GORE ante la Gobernación Marítima de Iquique, los que fueron entregado a la consultora con fecha 13.04.2018. No obstante, en la reunión sostenida de fecha 11.04, se señala a la contraparte técnica que no se utiliza la información de datos meteorológicos citados, dado que la base de datos no se encuentra estructurada con datos horarios para la base de modelación, correspondiente a una data de registros cada tres horas y no cada hora como es requerido. Esto es poco representativo, dado que solo se alcanza el 33% de la data diaria. Por ello, se hace uso según se indica en el informe de la data meteorológica de estaciones UNAP y Alto Hospicio que se obtiene de la Dirección Meteorológica de Chile descargada en línea, la cual está por minuto y para todo el año 2017.

1.2.3 Talleres de discusión y diseminación

Se expone a continuación la metodología de trabajo adoptada por cada uno de los talleres, las que fueron consultadas y ajustadas en instancias de coordinación y reuniones de seguimiento con la contraparte técnica GORE Tarapacá DIPLAD del estudio.

a) Taller 1 Diagnóstico de Amenazas

i) Objetivo

El presente taller de participación tiene por objetivo seleccionar y priorizar los tipos de amenazas naturales susceptibles que ocurran en el área de estudio correspondiente al sistema metropolitano Iquique – Alto Hospicio.

ii) PROGRAMA

Tabla 1-1: Programa de la jornada Taller 1

Hora	Actividad	Responsable
9:00 – 9:30	Inscripción – registro	Equipo Habitterra
9:30 – 9:45	Palabras de bienvenida	Gobierno Regional de Tarapacá
9:45 – 10:00	Presentación de la delimitación y caracterización del área de estudio.	Jefa de División de Planificación y Desarrollo Regional (DIPLAD)
10:00 – 10:30	Presentación Diagnóstico preliminar de Amenazas.	Equipo Habitterra
10:30 – 10:45	Consultas y opiniones	Moderadora: DIPLAD- Habitterra
10:45 – 11:00	Introducción al Trabajo Taller: Metodología de trabajo Definición de grupos.	Equipo Habitterra
11:00 – 11:15	Café	
11:15 – 12:30	Trabajo Taller: Selección participativa de tipo de amenazas naturales.	Equipo Habitterra
12:30 – 13:15	Acuerdos: Consensos y orientaciones para el análisis de vulnerabilidad.	Equipo Habitterra Contraparte Técnica DIPLAD–GORE
13:15 – 13:30	Cierre del taller: Palabras de cierre y evaluación.	Contraparte Técnica DIPLAD–GORE

iii) Día y Lugar:

Martes 20 de marzo de 2018.

Salón Pacifico Hotel Gavina

Avda. Arturo Prat 1497

iv) METODOLOGÍA DE TRABAJO

OBJETIVO GENERAL

Analizar efectos y costos que tendrían sobre el crecimiento urbano (histórico y proyecciones) la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y al cambio climático, con el propósito de conducir su desarrollo mediante administración* del área metropolitana Iquique – Alto Hospicio.

*(Gobernabilidad, coordinación interinstitucional y capacidad de gestión endógena asociada a las competencias regionales relacionadas a la administración de las nuevas áreas metropolitanas)

PROPÓSITO

Aprovechar la oportunidad de la creación del Área Metropolitana Iquique- Alto Hospicio, para aumentar la resiliencia de nuestras ciudades, preparándonos para lo que pueda ocurrir en el futuro frente a aumento de peligros naturales y cambio climático, con planificación y participación.

Objetivo específico:

- Seleccionar y priorizar amenazas naturales.
- Avanzar hacia la identificación de las causas de vulnerabilidad¹ institucionales, sociales, económicas o de infraestructura, asociadas a las amenazas priorizadas en el sistema urbano Iquique- Alto Hospicio.

TRABAJO TALLER

El trabajo de taller se programa en tres momentos para cumplir con los tres objetivos específicos expuestos:

MOMENTO 1: Para la selección de las amenazas naturales:

Se consulta por el conjunto de ellas que incrementarían en mayor medida la vulnerabilidad de la ocupación actual y crecimiento futuro del sistema urbano Iquique- Alto Hospicio.

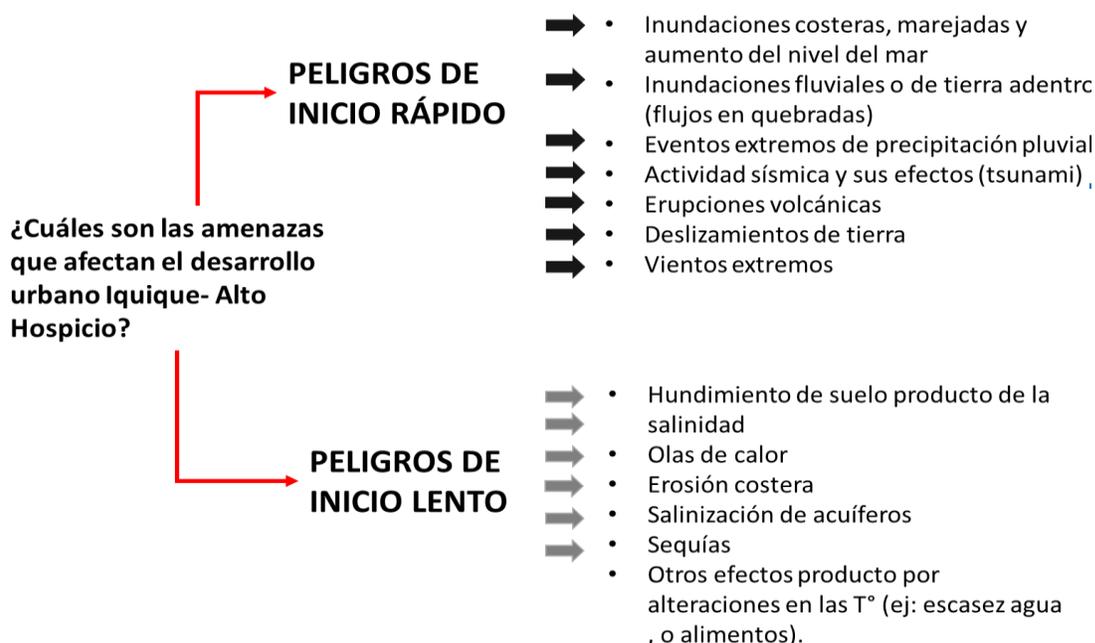
¿Cuáles son las amenazas que nos afectan más? En otras palabras, ¿cuáles son las amenazas que incrementan la vulnerabilidad de nuestra ciudad?

Identificar dentro del grupo de amenazas, aquellas que incrementan la vulnerabilidad del sistema urbano, o bien se encuentren condicionadas por alguna otra amenaza.

Se expondrán el listado de amenazas según contenidos de la fase expositiva anterior al momento del trabajo del taller:

¹ Vulnerabilidad; propensión a verse afectado negativamente por una amenaza natural y los efectos del cambio climático.

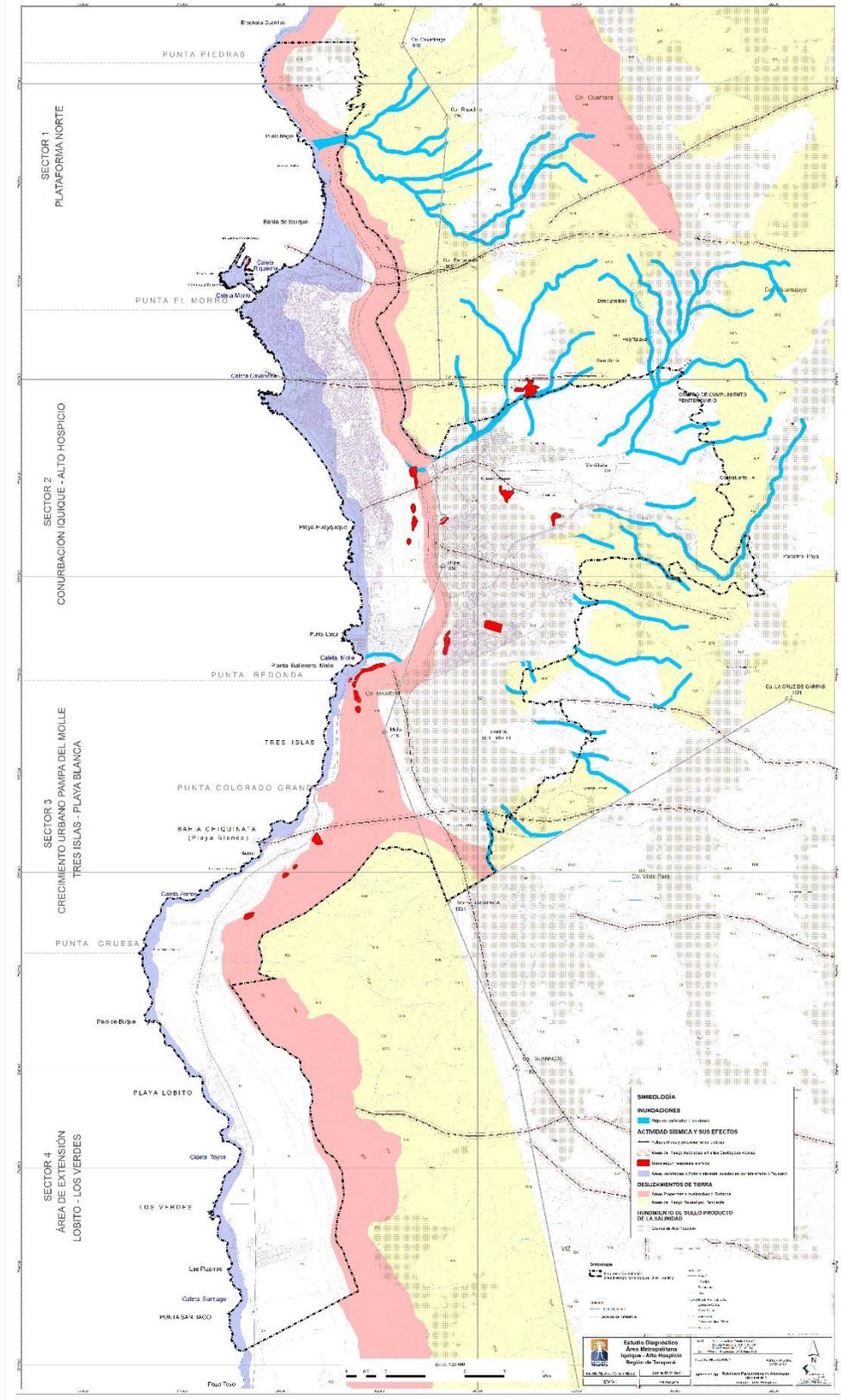
Tabla 1-2: Listado de Peligros Inicio Rápido y Lento consultadas para su priorización.



Para moderar la participación de los actores claves presentes, en una modalidad de asamblea, se propone la siguiente técnica:

- Solicitarles a los participantes que expresen sus opiniones de manera escrita en una tarjeta y se coloquen en una pizarra. El facilitador categorizará las tarjetas y obtendrá conclusiones generales a partir de las opiniones individuales. Los resultados de selección de las amenazas serán consensuadas y validadas por el grupo de trabajo del taller.
- Conforme a las respuestas individuales escritas y opiniones verbales en la dinámica de trabajo grupal, se seleccionarán un máximo de 5 amenazas, clasificadas como de peligro de inicio rápido, y un máximo de 2 clasificadas como de peligro de inicio lento. La conversación grupal para la selección de amenaza se realiza sobre un mapa de referencia que delimita las amenazas en el área de estudio, material de apoyo de trabajo que se visualiza en la siguiente ilustración:

Ilustración 1-1 Mapa de Amenazas de apoyo al trabajo Taller.



MOMENTO 2: Para la priorización de las amenazas naturales seleccionadas:

Definir cuál es el peso relativo de cada amenaza, según el nivel de importancia que le asignen los participantes, en una escala definida de 0 a 10; donde 0 significa que la amenaza no es importante y por tanto no nos afecta según el desarrollo urbano actual y futuro de Iquique – Alto Hospicio; y 10 significa que la amenaza es la más importante y por tanto nos afecta significativamente haciéndonos tremendamente vulnerables frente a la ocurrencia de un evento de catástrofe de su tipo.

Para moderar la participación de los actores claves presentes, en una modalidad de asamblea, se propone la siguiente técnica:

- Se reparten a los participantes tarjetas numeradas con una escala de 1 a 10. Se solicitará a los participantes que expresen la importancia que tiene cada amenaza basado en esta calificación. El facilitador obtendrá los promedios de las calificaciones para dar un orden de importancia a las amenazas que se están priorizando según el objetivo expuesto. Los resultados de la priorización de las amenazas serán finalmente consensuadas y validadas por el grupo de trabajo del taller.

MOMENTO 3: Para la identificación de las causas de vulnerabilidad frente a las amenazas naturales priorizadas y al cambio climático, en el momento de cierre del taller se procederá:

1.- Listar las amenazas priorizadas

2.- Consultar a los asistentes, si identifican algunas causas que incrementen **la vulnerabilidad del desarrollo urbano actual en Iquique – Alto Hospicio** de la amenaza que fue priorizada con el mayor puntaje según lo expuesto.

3.- Consultar a los asistentes, si identifican algunas causas que incrementen **la vulnerabilidad del desarrollo urbano futuro según tendencias de crecimiento de la conurbación Iquique – Alto Hospicio** de la amenaza que fue priorizada con el mayor puntaje según lo expuesto.

b) Taller 2: Validación y Priorización de propuestas

i) Objetivo

El presente taller de participación tiene por objetivo identificar y valorizar las vulnerabilidades frente a amenazas y riesgos al cambio climático, a fin de identificar los principales retos de vulnerabilidad para el sistema urbano Iquique- Alto Hospicio.

ii) PROGRAMA

Tabla 1-3: Programa Jornada Taller 2

Hora	Actividad	Responsable
9:00 – 9:30	Inscripción – registro	Equipo Habitterra
9:30 – 9:45	Palabras de bienvenida	Gobierno Regional de Tarapacá
9:45 – 10:00	Presentación de Resultados de selección de amenazas (Taller 1).	Equipo Habitterra
10:00 – 10:30	Presentación Análisis de Vulnerabilidad.	Equipo Habitterra
10:30 – 10:45	Consultas y opiniones	Moderador: DIPLAD- Habitterra
10:45 – 11:00	Introducción al Taller: Metodología del trabajo grupal	Equipo Habitterra
11:00 – 11:15	Café	
11:15 – 12:30	Trabajo Taller: Identificar y valorizar las vulnerabilidades del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio ante la priorización de amenazas naturales.	Equipo Habitterra
12:30 – 13:15	Acuerdos: Validación y priorización de propuestas Identificar los principales retos de vulnerabilidad	Equipo Habitterra Contraparte Técnica DIPLAD- GORE
13:15 – 13:30	Cierre del taller: Palabras de cierre y evaluación.	Contraparte Técnica DIPLAD- GORE

Fuente: Elaboración propia (2018)

iii) Día y Lugar:

Miércoles 11 de abril de 2018.
Salón Pacifico Hotel Gavina
Avda. Arturo Prat 1497

iv) METODOLOGIA DE TRABAJO

Fase de priorización de los retos de vulnerabilidad

Participantes:

Se convoca a los mismos actores que asistieron al Taller 1 de Diagnóstico de Amenazas.

Etapas de desarrollo del taller

Fase Expositiva:

1. Presentación de los resultados de selección participativa de amenazas correspondiente al Taller 1 anterior.
2. Presentación de los conceptos claves del estudio, según la fuente de la “Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial” (SUBDERE, 2011)² correspondientes a:

² UNDRR fue reemplazada por Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres EIRD. “Terminología sobre reducción del riesgo de desastre” del año 2009.

Amenaza o peligro: Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un área (lugar) dada. Es un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Vulnerabilidad: Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso. Son las características y las circunstancias de una comunidad, sistemas o bienes que lo hacen susceptible a los efectos dañinos de una amenaza. Predisposición de un sistema, elemento o componente, grupo humano o cualquier tipo de grupo biológico o no a sufrir afectación ante la acción de una situación de amenaza específica (CAPRA, 2005)³

Elementos de Riesgo o Exposición: Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, la infraestructura expuesta a un área de peligro.

Riesgo: Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre. Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. *El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, viviendas, etc.).*

3. Presentación análisis causas de vulnerabilidad, indicando las dimensiones y temas para identificar y valorizar las vulnerabilidades presentes y futuras de Iquique – Alto Hospicio frente a las amenazas priorizadas; para lo cual se entrega la información sistematizada para su adecuada comprensión.

El análisis de vulnerabilidad tiene como objetivo identificar los retos de cada vulnerabilidad, y a partir de ellos definir y priorizar medidas para reducir controlar o mitigar la vulnerabilidad ante los desastres naturales que amenazan las ciudades de Iquique- Alto Hospicio.

El propósito sería responder **¿Cuáles son los elementos claves, o mejores mecanismos, para reducir durablemente los daños causados por estas amenazas?**

Para ello es indispensable identificar las vulnerabilidades de Iquique- Alto Hospicio, relacionadas con los efectos adversos de las amenazas seleccionadas.

Entendiendo según las definiciones expuestas que las Vulnerabilidades como las **condiciones** que propician el daño; se necesita levantar una visión integrada y sistematizada de las condiciones de vulnerabilidad del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio, que han o podrían generar mayor daño, frente a las amenazas priorizadas. De esta forma es necesario definir los componentes o dimensiones sobre el cual trabajar, por cuanto pueden verse afectados por las amenazas naturales, interesando identificar los factores del sistema urbano que pueden cambiar ante una amenaza, así como analizar la capacidad de respuesta del mismo sistema ante la amenaza.

Para identificar los componentes se aplica el enfoque del BID, el cual identifica dos tipos de temas; uno todo lo que puede verse impactado por los desastres en términos de pérdidas (vidas humanas, edificaciones, instalaciones, pérdidas económicas directas) y dos, los temas que pueden contribuir en forma directa a la reducción del riesgo, cual es el nivel de preparación de las instituciones, o su capacidad de respuesta, gobernabilidad.

³ Evaluación de Riesgos Naturales: www.ecapra.org. programa "Aproximación holística para la evaluación probabilística del riesgo". Central América Probabilistic risk Assessment CAPRA, 2005, en la Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial" (SUBDERE, 2011, pp 19.

Fase Taller:

El objetivo del taller es **identificar y valorizar las vulnerabilidades** del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio ante la priorización de 7 amenazas naturales (5 rápido + 2 lentas) resultantes del taller anterior.

Para ello se trabajará sobre una matriz de daños – vulnerabilidad para cada par Amenaza priorizada según dimensión de la vulnerabilidad del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio, a fin de que a partir de dicha valorización se identifiquen los sectores de desempeño críticos o deficiente más importantes, para avanzar hacia la definición de los principales retos de vulnerabilidad del sistema urbano.

Se solicitará al grupo de trabajo que complete la matriz, de acuerdo con el conocimiento, y área de expertise de cada participante según su experiencia institucional, que permita entregar una visión integral de las vulnerabilidades del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio. De esta manera se ocupará la técnica del semáforo, con rojo marcarán las variables de cada dimensión que indican una problemática crítica, es decir en lo que se considera nos encontramos más rezagados, y por el contrario en verde, en aquellas que se consideran resueltas o abordadas; y en amarillo, aquellas en estado insuficiente, presenta rezagos o requiere mejorar.

Las dimensiones se organizan temáticamente, estableciéndose 5 categorías cuales son:

- **Humana:** Corresponde tanto a la integridad física de las personas (n° muertos o heridos) como de los damnificados, es decir personas que ven afectados sus modos de vida (daños de viviendas, personas relocalizadas, etc). Dicha afectación tiene directa relación con los niveles de pobreza, segregación socio espacial y el nivel de conocimiento, así como la preparación que tienen las personas para actuar frente a una amenaza.
- **Física:** Corresponde al daño de todo lo edificado o construido, y se expresa en \$\$ valor monetario de costos de reconstrucción. Por ello está asociado a la materialidad / estado de conservación de las edificaciones, lo que tiene directa relación con el daño que pueda causar una amenaza. Se considera además el control del crecimiento según densidad del sistema, y la planificación del uso del suelo.
- **Funcional:** Corresponde a los sistemas estratégicos, esenciales respecto a su operatividad al momento de una emergencia o catástrofe, dado que permiten que la ciudad funcione, estos corresponden a: equipamientos esenciales (seguridad, educación, salud, servicios públicos estatales); actividades o instalaciones con alto potencial de daño (almacenamiento y/o producción de sustancias peligrosas; o acumulación de agua); gestión de residuos sólidos (manejo y disposición de basuras); infraestructura de transporte (vialidad, puerto); redes vitales (agua, alcantarillado, combustibles, sistema eléctrico, telecomunicaciones).
- **Económica;** corresponde a los efectos directos de las amenazas sobre la productividad, es decir cómo afecta a los principales sectores económicos (Industrial- pesquero; portuario, industrial – productivo y minero; Comercio; Servicios y Turismo).
- **Institucional;** Corresponde a la gobernabilidad capacidad de la administración urbana regional para gestionar las catástrofes, así como el nivel de preparación suficiente de las instituciones frente a la ocurrencia de amenazas, y la planificación en la gestión del riesgo (generación de capacidades y desarrollo de instrumentos en forma previa a la ocurrencia de una catástrofe).

Tabla 1-4: Matriz Vulnerabilidades – Amenazas

DIMENSIONES-/TEMAS-¶ IDENTIFICAR-Y-VALORIZAR-NUESTRAS-VULNERABILIDADES¶		AMENAZAS-PRIORIZADAS¶								¿Por-qué?-¶ Comentarios¶
		Sismos IQUIQUE	Tsunami	Aluviones	Marejadas IQUIQUE	Deslizamientos de tierra	Vientos extremos-ALTO-HOSPICIO	Hundimiento-suelo-salino-ALTO-HOSPICIO	Variación de T°	
Humanas	Pobreza									
	Segregación socio-espacial									
	Personas preparadas y con conocimiento para actuar frente a una amenaza									
Físicas	Materialidad y estado de conservación de las edificaciones									
	Control del crecimiento-/densidad									
	Planificación del uso del suelo									
Funcional	Equipamientos esenciales: Seguridad, educación, salud y servicios estatales									
	Actividades o instalaciones con alto potencial de daño									
	Vialidad y carreteras (seguridad vial)									
	Puertos									
	Redes vitales agua y alcantarillado (cobertura y eficiencia en el servicio)									
	Gestión de residuos sólidos (manejo y disposición de basuras)									
	Almacenamiento y distribución de combustibles (seguridad disposición y suministro)									
Electricidad y telecomunicaciones (conectividad internet)										
Económica	Industrial-pesquero									
	Portuario									
	Industrial-productivo y minero									
	Comercio									
	Servicios y Turismo									
Institucional	Gobernabilidad urbana regional									
	Instituciones preparadas frente a una amenaza									
	Planificación de la gestión del riesgo									

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se solicitará a los asistentes una conversación grupal con el propósito de:

1. Valorizar los temas según dimensiones para cada amenaza, según las condiciones propias de Iquique y Alto Hospicio que incrementan o podrían aumentar la vulnerabilidad frente a cada amenaza.
2. Levantar fuentes de información y conocimientos para valorizar y cuantificar los diferentes temas por dimensión para cada amenaza, según los daños que los diferentes eventos han causado.
3. Construir su propia matriz de identificación y valorización de vulnerabilidades reflejando los enfoques profesionales o institucionales de cada participante
4. Avanzar hacia la identificación de los principales **retos de vulnerabilidad** del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio frente a las amenazas seleccionadas y priorizadas.

Para llenar la matriz de vulnerabilidades, se solicita responder las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es lo que ha causado o podría causar más daño en las ciudades de Iquique y Alto Hospicio según las amenazas a las que estamos expuestas? Reflexión individual previa.
2. ¿Cuáles son nuestros puntos más críticos para enfrentar cada amenaza, y que requeriríamos fortalecer para reducir los daños causados?

El resultado permitirá determinar retos asociados a la visión multidimensional de la vulnerabilidad frente a las amenazas, lo que se intentará concluir en la siguiente fase plenaria de exposición grupal del resultado del completar la semaforización de las matrices, y los comentarios asociados.

Fase Plenaria de exposición

Se presentan por grupos los temas valorizados como más críticos por la principal amenaza, e ir concluyendo en comentarios orientados a la definición de retos y/o las propuestas de lineamientos estratégicos de reducción de la vulnerabilidad tanto en Iquique como en Alto Hospicio.

Los retos pueden ser del orden de:

- Mejorar la conectividad vial Ruta A-16 Iquique Alto Hospicio frente a remoción en masa o aluviones.
- Relocalización y mejoramiento de edificaciones que albergan equipamiento crítico de seguridad, salud y administración pública frente a tsunamis (sobre la línea de seguridad de evacuación)
- Implementar plan de contingencia para la reparación en el corto plazo (filtraciones) y reposición en mediano – largo plazo (materialidad) de la red de agua potable y alcantarillado de Alto Hospicio, por disolución de sales en suelo de fundación de edificaciones y calles.
- Implementar sistema red de vías de evacuación en el borde costero sobre la línea de seguridad en el área urbana Iquique.
- Establecer estándares constructivos resistentes, formas de disposición – almacenamiento seguro y de emplazamiento para equipamientos de comercio y actividades productivas en recinto ZOFRI, ante amenaza de Tsunami.

Reunión Contraparte Técnica

Se propone al cierre del taller durante la jornada de la tarde, abordar una reunión como mesa de trabajo con la contraparte técnica, para revisar en forma conjunta el material del trabajo de taller, y esbozar conjuntamente retos de vulnerabilidad para las distintas amenazas, revisando la consistencia con lo expuesto por los participantes del taller.

2 FASE 2: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Las definiciones relativas a vulnerabilidad se orientan a los efectos que a nivel local son provocados por el cambio climático global, el cual reconoce dos aspectos a considerar; la condición de peligro o amenaza sobre la población y los bienes materiales que sustentan el Hábitat humano incluida las actividades productivas y la infraestructura.

El propósito es evaluar la vulnerabilidad del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio que cubra los ciclos de vida de las intervenciones futuras de adaptación al cambio climático, utilizando métodos consistentes, recomendados y probados por la experiencia internacional en la materia⁴. El objetivo es fundamentar y mejorar la planificación y adaptación para el desarrollo urbano futuro de Iquique – Alto Hospicio, en la búsqueda de la sostenibilidad del desarrollo urbano en un contexto de cambio climático.

El enfoque adoptado para el desarrollo de la presente fase es el “sistema territorial- urbano”, desde una perspectiva multidimensional de la vulnerabilidad del mismo sistema. Es decir, considera tanto la dimensión humana, física, funcional, como económica e institucional. Esto significa incorporar a dicho enfoque el análisis de peligros o amenazas por fenómenos naturales, teniendo como aproximación dinámica del concepto de vulnerabilidad.

Por ello ante la consulta de porque estudiar las vulnerabilidades y riesgos, se alude a desarrollar un diagnóstico que permita sustentar un claro conocimiento de las amenazas y vulnerabilidades que afecta al sistema metropolitano futuro de Iquique – Alto Hospicio. Ello, en un contexto de crecimiento futuro, en el cual se incrementarán las amenazas por escenarios de cambio climático y por ende se plantearán desafíos para la administración regional con las facultades que le atribuye la Ley 19.175 para reducir las vulnerabilidades, logrando de esta manera ciudades resilientes y con mayor capacidad de adaptación, sobre la base de la participación de los diferentes actores públicos y privados urbano regionales.

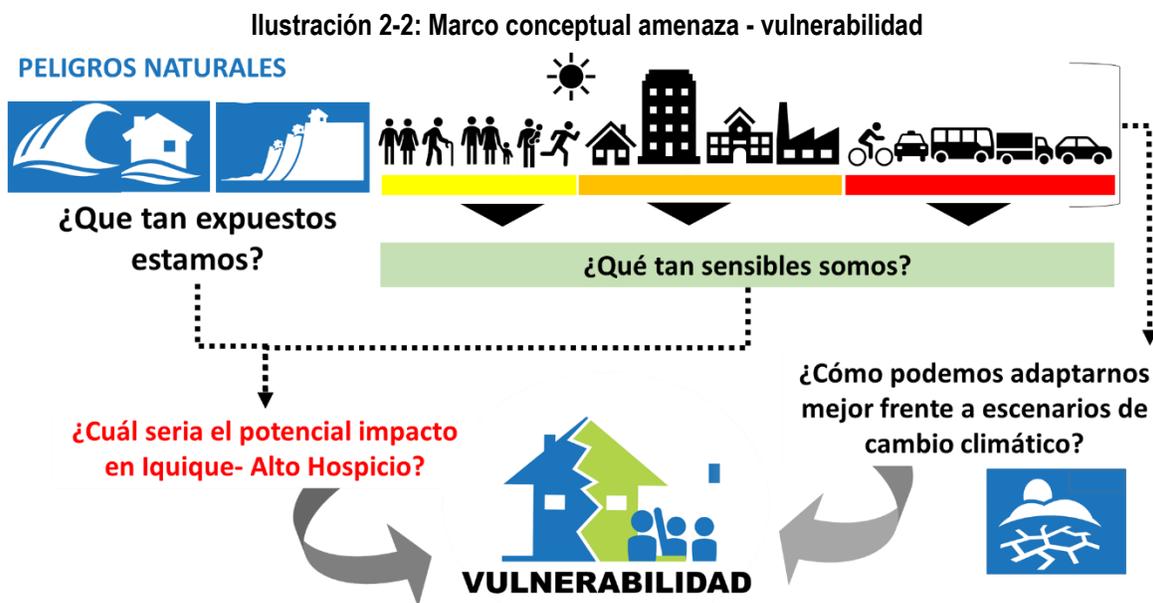


Fuente Ilustraciones: www.cndu.gob.cl / sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano.

Fuente: Elaboración propia, con las ilustraciones de los documentos de la Comisión Nacional de Desarrollo urbano, del sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano, 2018.

⁴ The Vulnerability Sourcebook. Concept and guidelines for standardized. vulnerability assessments Deutsche Gesellschaft für international Zusammenarbeit (GIZ) 2014. 180 p.

Se desarrollo en este capítulo un análisis de vulnerabilidad que parte de la base del reconocimiento de las amenazas seleccionadas y priorizadas por los actores regionales, a fin de levantar el conocimiento y percepción de peligro local, y avanzar en el diagnóstico de la sensibilidad del sistema urbano metropolitana ante la exposición de amenazas, en miras de anticiparnos a la reducción de daños causados. Ello según se puede sintetizar en la siguiente ilustración.



Fuente: Elaborado a partir de adelphi/EURAC 2014. Fuente iconos gráficos en www.adaptation-fund.org

Fuente: Elaboración propia, a partir de adelphi/ EURAC 2014.

2.1 RESULTADOS DEL TALLER 1: DIAGNÓSTICO DE AMENAZAS.

El taller se desarrolla según la metodología expuesta y conforme al programa de trabajo consensuado y revisado con la contraparte técnica del estudio en las reuniones de coordinación indicadas precedentemente.

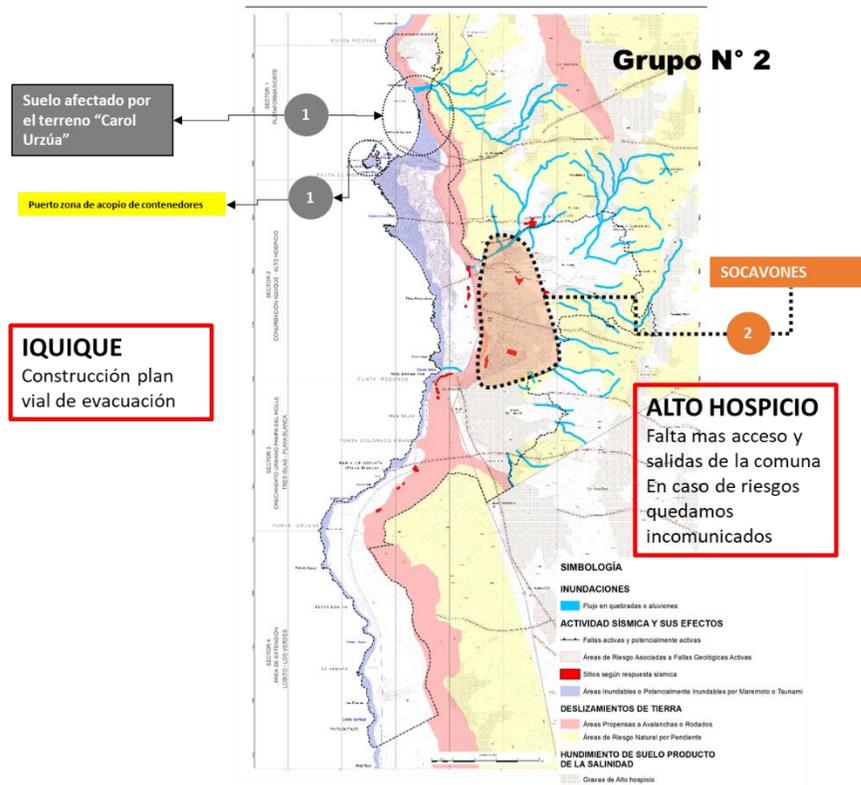
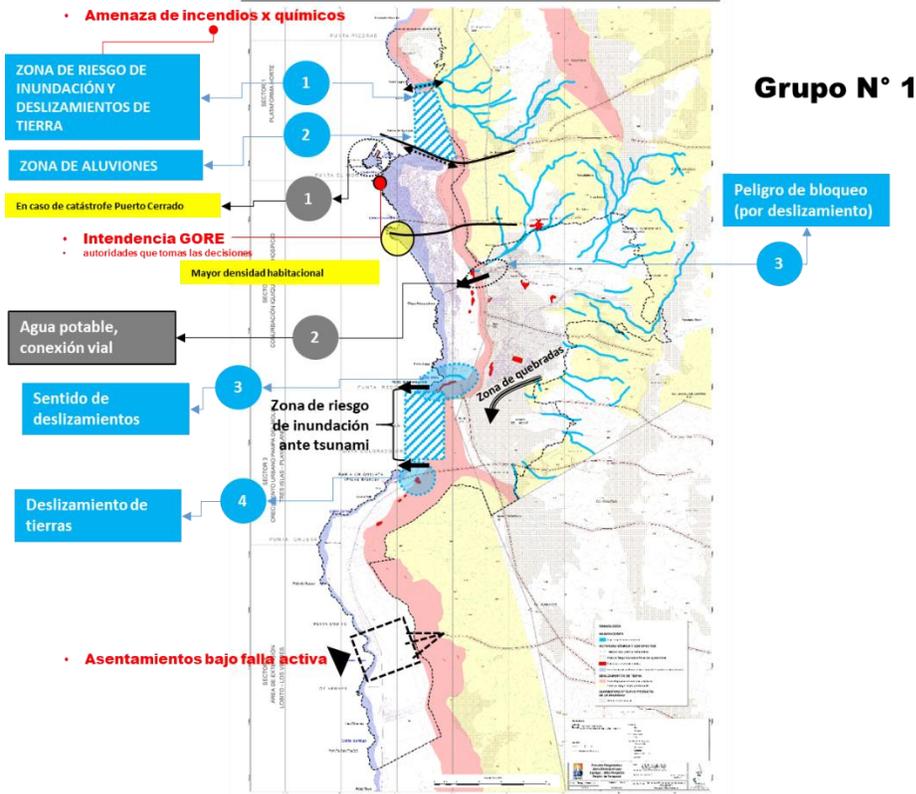
A continuación, se exponen los resultados y registros de cada una de las tres fases de desarrollo, exposición inicial, trabajo de taller mediante conformación de mesas grupales y plenaria final.

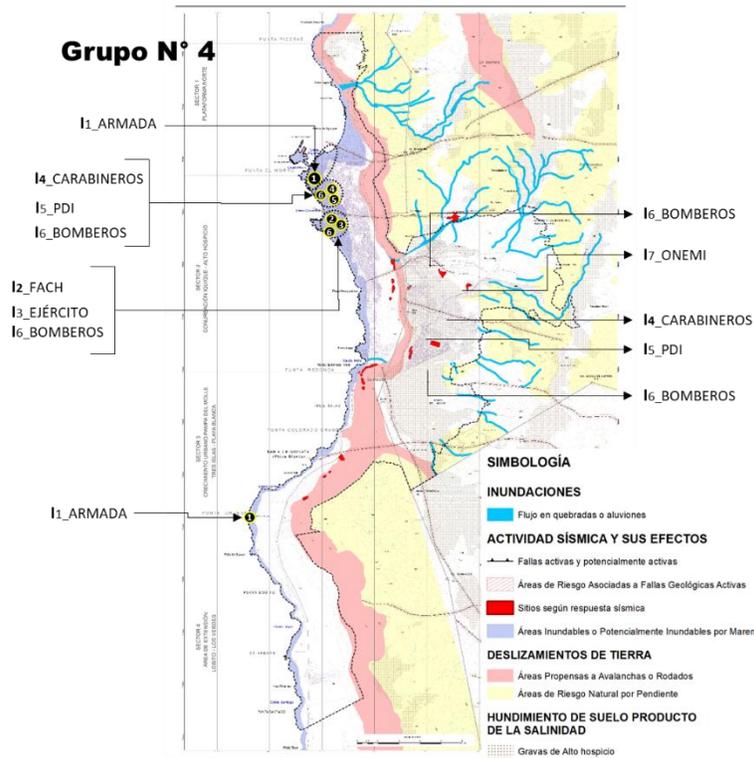
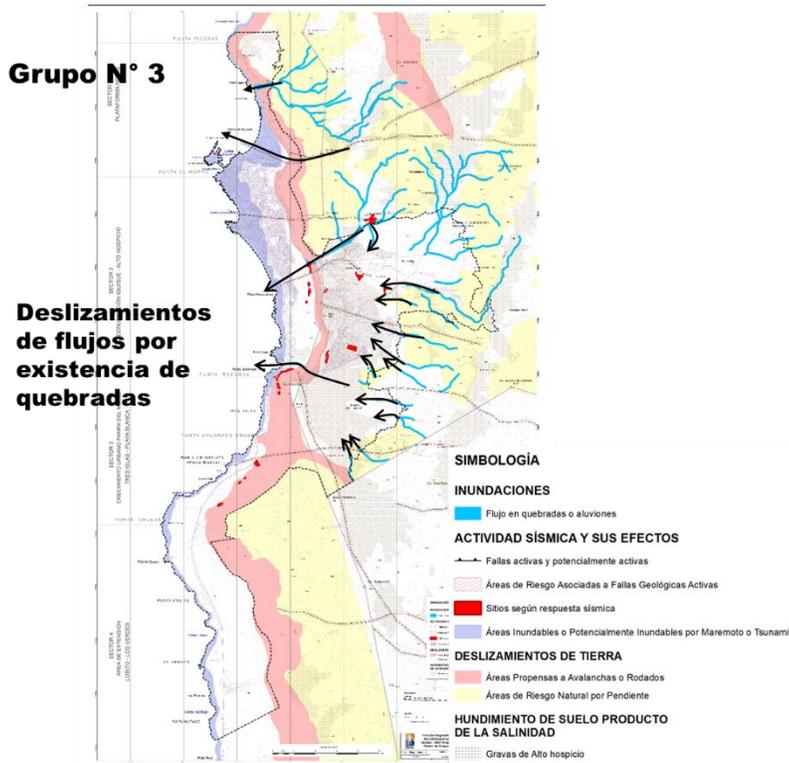
2.1.1 Fase expositiva

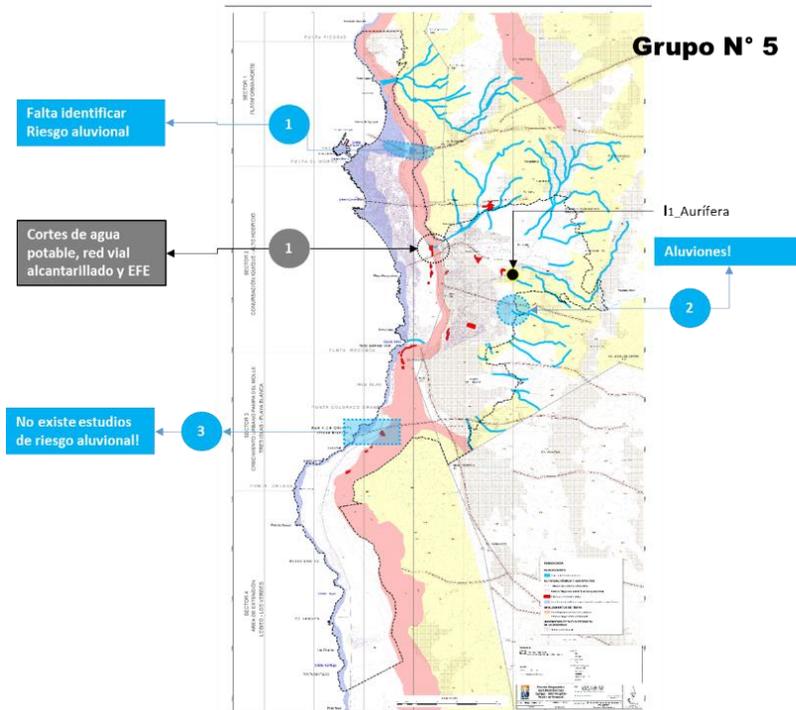
El taller se desarrolló conforme al programa, en cuya primera fase de exposición se presentan el contexto de amenazas identificadas en la delimitación del área de estudio.

La jornada de taller, permite sobre la conversación en torno a la cartografía preliminar de amenazas, verificar los antecedentes disponibles por parte de los servicios públicos regionales que complementen y aporten a su actualización. A partir de ellos se permitió integrar los siguientes documentos:

Ilustración 2-3: Resultados registros de planos en mesas de trabajo







2.1.2 Fase mesas de trabajo taller

Se constituyen 5 mesas de trabajo según la naturaleza de actores de tipo servicios públicos, actores privados y organizaciones sociales comunitarias, desarrollándose una conversación grupal entre los diferentes actores. A continuación, se muestra el registro fotográfico y resultados de selección y priorización de amenazas.

Foto 2-1: Fase Mesas de trabajo taller



Los resultados de las puntuaciones dadas a cada una de las amenazas, a fin de concluir en la selección y priorización se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2-1: Resultados priorización de amenazas

PELIGROS DE INICIO RÁPIDO	IQUIQUE	
	PTJE	VOTO
• Actividad sísmica	10	5
• Tsunami o maremoto	9	5
• Inundaciones fluviales o de tierra adentro (flujos en quebradas o aluviones)	9	2
• Inundaciones costeras, marejadas y aumento del nivel del mar	8,7	3
• Deslizamientos de tierra	8,5	2
• Vientos extremos		3
• Eventos extremos de precipitación pluvial		0

PELIGROS DE INICIO LENTO	IQUIQUE	
	PTJE	VOTO
• Sequías	10	2
• Otros efectos producto por alteraciones en las T° (ej: escasez agua, o alimentos)	9	2
• Erosión costera	0	2
• Salinización de acuíferos	0	1
• Hundimiento de suelo producto de la salinidad	0	0
• Olas de calor	0	0

PELIGROS DE INICIO RÁPIDO	ALTO HOSPICIO	
	PTJE	VOTO
• Actividad sísmica	9,8	5
• Inundaciones fluviales o de tierra adentro (flujos en quebradas o aluviones)	9,2	5
• Deslizamientos de tierra	7,7	3
• Vientos extremos	5,3	3
• Eventos extremos de precipitación pluvial		1

PELIGROS DE INICIO LENTO	ALTO HOSPICIO	
	PTJE	VOTO
• Hundimiento de suelo producto de la salinidad	9,8	4
• Sequías	9	2
• Otros efectos producto por alteraciones en las T° (ej: escasez agua, o alimentos)	9	2
• Salinización de acuíferos		
• Olas de calor		

Foto 2-2: Desarrollo fase plenaria del taller



2.1.3 Plenaria

Los temas expuestos en la sesión de plenaria que más inquietaron la discusión de la mesa en relación con las amenazas priorizadas son los siguientes:

Marejadas

- Por el aumento de las tempestades, y marejadas cada vez más frecuente, los pescadores de las caletas lo indican como lo más significativo
- Por la cercanía al borde costero

Inundación fluvial

- Aspectos fundamentales es la afectación de la infraestructura sanitaria y vial, farellón costero está reconociendo el riesgo de este tipo, por la interconexión con Iquique Alto Hospicio, que no solo refiere a la infraestructura vial sino considera además las redes de agua potables y colectores.
- La fuente aluvial del sector norte de Iquique, se considera una amenaza para la población residente ante la caída de arena, sector norte de poblaciones. Se argumenta que se desconocen medidas y/o planes para frenar la situación de riesgo. Se citan experiencias durante años anteriores de trabajo conjunto entre comunidades de pobladores y autoridades. Actualmente se reclama que no ha habido soluciones ni respuesta de parte de las autoridades. Sector norte se ve amenazado por el desplazamiento de container, y cerro Dragón por el arenal, es un riesgo por las poblaciones que están localizadas bajo el farellón
- Muchas quebradas, sobre la ZOFRI

Actividad sísmica

- Se comunica que se tiene adoptada frente a esta amenaza una visión macro, partiendo de la premisa que residimos en un país y ciudad más sísmica del mundo. Este peligro afecta a toda el área metropolitana, un movimiento telúrico mayor afectará a toda la ciudad.
- Deslizamiento de tierra efecto de sismo, murallón en el borde de Alto Hospicio tenga desprendimiento, y vamos a quedar con las zonas aisladas, y vimos el grado de afectaciones puede haber. Peligro latente la remoción, pero el peligro de sismicidad es más recurrente.
- Ante Terremoto y tsunami se cuenta con una primera línea de apoyo a la comunidad (organismos públicos de emergencia).
- Asociado a la actividad sísmica, relacionado con las inundaciones fluviales, se producen los deslizamientos con alto potencial de peligrosidad.
- Sector norte de Iquique, con riesgo altísimo
- Maremoto se percibe como el peligro de mayor extensión de riesgo en la planicie costera. Es la zona que tiene más metros de extensión amenaza especialmente afecta a la zona industrial, pesqueras, lo que asigna una connotación mayor.

Salinidad alto hospicio

- Cuidado especial ante esta amenaza, porque afecta a toda la población, por lo que exige implementar mejoras en sistema constructivos apropiados con buena calidad de la construcción y norma adecuada para edificar en suelo salino.
- Responsabilidad de la empresa sanitaria, por rotura de matrices y canalizaciones.

Isla de seguridad del borde costero

- Contenedor, con suministro de electricidad mediante energía solar, advirtiendo que no ha habido preocupación por parte las instituciones regionales por su mantención y estado de conservación.
- Este sistema de equipamiento en alta mar se planificación como un sistema de ayuda y salvataje de evacuación del borde costero, correspondiente a un refugio, se sabe que en caso de emergencia alguna ayuda hay.
- Se requiere mejorar los sistemas de comunicación, prensa, aludiendo que hay falencias de “Medio informativos”, cuando en momentos de catástrofe existe desconocimiento de los sucesos por parte de la población.

Factores epidemiológicos, segunda derivada, por una alteración del suministro de agua potables segura, incremento de proliferación de focos infecciosos. Aparición lenta, es el ingreso de vectores a través del puerto o viajeros con ingreso de enfermedades epidemiológicas

Riesgos antrópicos en Alto Hospicio, asociados a la existencia de vertederos y deficiente manejo, con emanación de gases que podría constituirse en un potencial peligro.

2.2 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE VULNERABILIDAD

En la práctica se busca aplicar el modelo de análisis de la vulnerabilidad del sistema territorial- urbano para evaluar la situación base de eficiencia del sistema urbano; y posteriormente aplicar este modelo en fase predictiva, para evaluar distintos escenarios prospectivos del sistema urbano- territorial, y sus implicancias en la vulnerabilidad frente a riegos naturales.

El modelo conceptual reconoce dos escalas de análisis necesariamente diferentes. La primera es la escala macro territorial correspondiente al nivel de la planificación regional / intercomunal, que da cuenta de la proyección del crecimiento del área urbana como un todo. La segunda escala es la escala micro territorial, correspondiente al nivel urbano comunal de la planificación, que es en donde se resuelve la problemática espacial o de ordenamiento de las distintas actividades, así como la espacialización de las variables representadas para la función de vulnerabilidad, y de los efectos que generan estas localizaciones.

Se consideran las siguientes áreas temáticas que componen el modelo urbano - comunal, que son; el modelo de localización de actividades, el modelo de transporte, el modelo de consumo de suelo natural, y el modelo de riesgos naturales.

El funcionamiento de este procedimiento, como síntesis de las particularidades metodológicas de las actividades, considera que:

- El total de actividades proyectadas se emplazan e interactúan en un modelo de localización-interacción, cargando el territorio de actividades, y los corredores con flujo de interacción. (Corresponde al diagnóstico de movilidad y análisis del sistema de transporte).
- La vulnerabilidad frente a los fenómenos naturales (asociados al cambio climático) actúa sobre el sistema funcional de actividades localizadas y su interacción de transporte, en términos de población e infraestructura afectada.

En base a este procedimiento es que se puede evaluar en forma integrada el sistema metropolitano, una perspectiva de actividades en términos de cambio en las tendencias de consumo de suelo y vulnerabilidad a riesgos naturales. En el otro sentido, se puede evaluar el ordenamiento de actividades (y el transporte generado por ellas) que responde a la vulnerabilidad a riesgos naturales.

Conforme a este enfoque, se obtiene una dimensión dinámica y real de la vulnerabilidad del sistema urbano-territorial a riesgos naturales, asociados a cambio climático, correspondiente a la superposición de un modelo de localización de hogares y actividades, a la red de infraestructura y a los flujos de vehículos y viajes para las distintas horas del día (modelo de transporte), y la funcionalidad de las personas en la ciudad.

Para ello se presenta una secuencia específica de cálculos y de interacción entre procesos/ modelos matemáticos, que vinculan el modelo de uso de suelo con los modelos de movilidad.

Estos resultados finalmente se superponen, con los productos del proceso de planificación correspondiente a la zonificación de riesgos para los distintos niveles de probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales asociados al cambio climático, de forma análoga al análisis de susceptibilidad de los riesgos naturales de origen geológico.

A continuación, se expone el diagnóstico de cada dimensión del sistema urbano, distinguiendo la realidad de Iquique, así como la de Alto Hospicio respetivamente.

2.2.1 Dimensión Humana

La dimensión humana de la vulnerabilidad corresponde a la estimación de las condiciones sociales que generan inseguridad del bienestar de los hogares ante un cambio drástico en su medioambiente por eventos de desastre natural y de cambio climático. Esta condición de vulnerabilidad puede tener efectos graves en los afectados, llegando a poner en riesgo la integridad física de la población, generando heridos y muertos.

Respecto a esta dimensión, se propone estimar el grado de vulnerabilidad de los hogares a partir de la caracterización de su pobreza. Se supone que los niveles de pobreza reflejan una condición del hogar para protegerse y restablecer sus condiciones de bienestar previo a los cambios que le afectan.

Por otra parte, la situación de segregación socio espacial, que expresa las disparidades y diferenciaciones al interior de unidad territorial, incidiría en las posibilidades para restituir el orden social y el funcionamiento urbano.

a) Pobreza:

El análisis de pobreza corresponde a un análisis fundamental para la caracterización de la vulnerabilidad en la dimensión humana. El Ministerio de Desarrollo Social define por pobreza la situación de aquellos hogares cuyos ingresos son inferiores al mínimo establecido para satisfacer las necesidades básicas de sus miembros, estableciendo entre estos últimos la categoría de pobreza extrema aquellos que no disponen del mínimo para satisfacer sus necesidades alimentarias (2.000 calorías diarias promedio por persona).

Esta primera distinción de la población respecto de la línea de pobreza se estima según la capacidad de reproducción de las condiciones de vida de un hogar. En otras palabras, esta definición de pobreza distinguiría una incapacidad para la reproducción de los hogares en situaciones normales.

Por este motivo, las estimaciones de vulnerabilidad de la dimensión humana respecto a desastres naturales y cambio climático consideran una distinción más amplia de la pobreza, la cual es posible caracterizar a partir del análisis de estratificación social asociado a ingresos del hogar. Este análisis tiene origen en la categorización

de la población a partir del "complejo instrumental" (ocupación y propiedad) y de "parentesco" que estructuran las sociedades modernas (Parsons, 1948)⁵.

Una primera aproximación para construir un análisis de estratificación, se encuentra la Encuesta Origen-Destino que formó parte del Estudio de Actualización Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la ciudad de Iquique (Ministerio de Transportes, 2015)⁶ que mide ingresos auto declarados que permite desarrollar una estratificación por ingresos y observar su distribución en el territorio.

De un universo de 267.887 habitantes que componen 71.275 hogares, la estratificación realizada clasifica a la población de Iquique y Alto Hospicio en tres estratos de ingresos: i) bajo o inferior a \$250.000, ii) medio o entre \$250.001 y \$900.000, y iii) alto o superior a \$900.001. Esta estratificación arroja una composición socioeconómica de la población del sistema urbano Iquique-Alto Hospicio que dispone de un 22,4% de los hogares corresponde a ingresos bajos, 57,9% a estrato medio, y 24,82% de altos ingresos.

Tabla 2-2: Distribución de hogares según ingresos para Iquique y Alto Hospicio

Macrozona	Nivel de Ingresos						Total	%
	Bajo	%	Medio	%	Alto	%		
Zofri	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
(%)	0,0		0,0		0,0			
Centro Oriente	4.483	53,76	10.705	38,29	2.082	17,37	17.270	35,77
(%)	26		62		12,1			
Centro Histórico	919	11,02	3.747	13,40	1.762	14,70	6.429	13,32
(%)	14,3		58,3		27,4			
Puerto	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
(%)	0,0		0,0		0,0			
Borde Turístico	289	3,47	465	1,66	327	2,73	1.081	2,24
(%)	26,7		43		30,3			
Intermedia	2.169	26,01	9.307	33,29	5.085	42,43	16.561	34,30
(%)	13,1		56,2		30,7			
Seccional Sur	479	5,74	3.674	13,14	2.612	21,79	6.766	14,01
(%)	7,1		54,3		38,6			
Bajo Molle	0	0,00	58	0,21	117	0,98	175	0,36
(%)	0,0		33,0		67			
Alto Hospicio	7.775	48,2	14.591	34,3	1.167	8,9	23.533	32,8
(%)	33,0		62,0		5,0			
Total	16.115		42.547		13.152		71.814	
(%)	22,4%		59,2%		18,3%			

Fuente: Ministerio de Transportes, 2015

Al analizar por separando las dos ciudades, la ciudad de Iquique dispone de una composición socioeconómica similar a la composición de la unidad territorial constituida por ambas comunas, siendo un porcentaje de 57,9% de nivel de ingresos medios, 17,3% de bajos ingresos y 24,8% de altos ingresos. En tanto, Alto Hospicio muestra una composición más vulnerable en términos de pobreza, con un 48,2% de ingresos altos, 34,3% de ingresos medios y 8,9% de ingresos altos. En otras palabras, en términos generales Iquique dispone de una composición más diversa, en tanto Alto Hospicio dispone de una concentración predominante de estratos bajos y medios.

El análisis de las macrozonas en que el mismo estudio presenta una distribución donde los estratos bajos se encuentran principalmente en el sector "Alto Hospicio" (33%), seguido por el "borde Turístico" (27%) y "centro

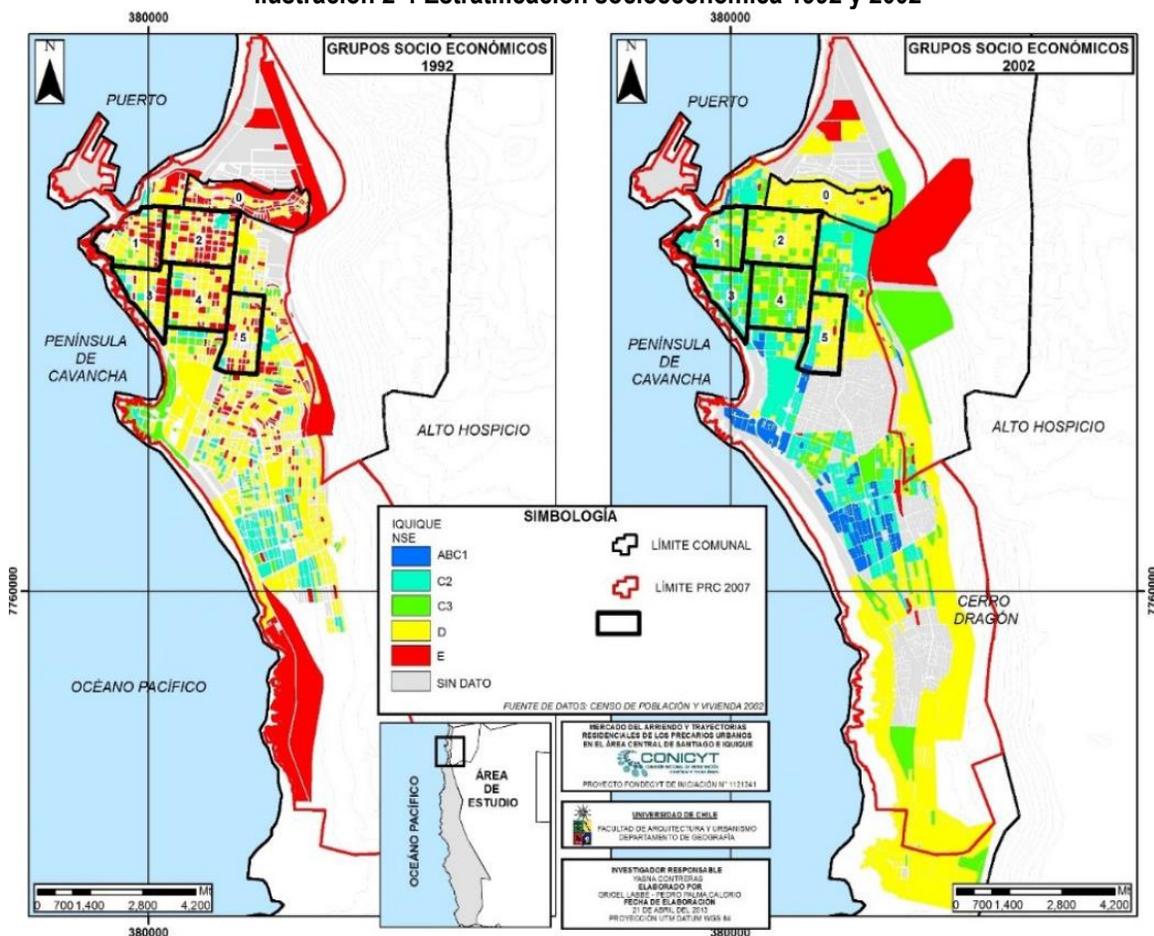
⁵ PARSONS, Talcott. The position of sociological theory. *American Sociological Review*, 1948, p. 156-171.

⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTES. *Estudio de Actualización Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano de la ciudad de Iquique*. Secretaria de Transporte (SECTRA) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. 2015.

oriente" (26%), seguidos por el sector "Centro Histórico" (14%) y sector "Intermedia" (13%). A contrapunto los porcentajes más bajos de este mismo grupo se encuentran en la zona "Bajo Molle".

Otros estudios reafirman esta situación, como la caracterización socioeconómica de la población y su distribución geográfica desarrollada por Labbé (2014)⁷, mediante la aplicación del método de estratificación socioeconómica de mercado. Esta última utiliza las variables censales de educación y tipo de ocupación de la población desagregada por unidad territorial (entidad censal) denominado Matriz de Clasificación Social Modificada utilizado por ADIMARK, para los años 1992 y 2002.

Ilustración 2-4 Estratificación socioeconómica 1992 y 2002



Fuente: Labbé (2014) en base a Censo 1992 y 2002.

En términos generales, el estudio de Labbé presenta una situación de disminución del segmento E de los sectores correspondientes a la ciudad de Iquique, lo cual tiene su correlato con el aumento de población en Alto Hospicio. Se estima que la operación de programas habitacionales ha tenido efectos en el desplazamiento de población por acceso de vivienda en Alto Hospicio. Ello respondería directamente a la segregación urbana en dos niveles, intercomunal entre Iquique y Alto Hospicio, e intracomunal entre los barrios centrales y del norte, y el sector del sur.

A su vez, al interior de la ciudad, existe un aumento de los estratos socioeconómicos medios (C3 Y C2), distribuyéndose principalmente en el sur de la ciudad y creciendo también en el área central. Es en esta última

⁷ LABBÉ CÉSPEDES, GRICEL. *Del gueto al hipergueto en el centro y periferico de la ciudad de Iquique*. Memoria para optar al título de geógrafa. Santiago, Chile. 2014.

zona donde se observa el cambio de la predominancia del estrato socioeconómico D y E para el año 1992, hacia el predominio de los grupos C3 y en menor medida D para el año 2002.

El análisis actualizado de la estratificación social para el presente estudio es realizado a continuación. Debido a la falta de una base de datos censales actualizada a nivel de predios o manzana, la siguiente estratificación social se realiza a partir de la metodología utilizada por la Secretaria de Transporte (SECTRA) del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones para el Estudio de Actualización Diagnóstico del Sistema de Transporte Urbano (2015), el cual entrega una distribución de grupos socioeconómicos bajo, medio y alto por zona EOD para la intercomuna conforme a los escenarios de desarrollo urbano propuestos. Dicha distribución se actualiza según el universo de viviendas/ hogar total comunal del censo 2017. A partir de lo cual, se ha desagregado a nivel de manzanas mediante una correlación entre la estimación de precios de propiedades residenciales (avalúo comercial) según avalúos fiscales del Servicios de Impuestos Internos e ingresos familiares. Cabe mencionar que la metodología de estratificación de la Asociación de Investigadores de Mercado (AIM⁸) integra ingresos y nivel educacional del jefe de hogar.

Siguiendo la metodología en referencia, se establecen tres estratos diferenciados por ingresos, los cuales son: “Bajo” para ingresos por hogar inferiores a \$250.000, “Medio” para Ingresos entre \$250.001 y \$900.000, y “Alto” para ingreso superiores a \$900.001. La estimación de estos ingresos se realiza estableciendo una relación entre la información de predios habitacionales y su avalúo fiscal informado por Servicio de Impuestos Internos. El valor del avalúo fiscal es dividido por 360 (12 meses por 30 años), simulando la obtención y pago aproximado de un crédito hipotecario que permite hogares acceder a la vivienda en el predio correspondiente.

Tabla 2-3: Caracterización de estratos en torno a avalúos fiscales de los predios, para la desagregación territorial

Estratificación	Ingreso Familiar			Valor Vivienda UF		Valor Vivienda \$	
	Promedio	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Muy Buena (1)	-	\$ 1.800.000	-	3.287		\$ 87.645.218	-
Buena (3)	\$ 1.350.000	\$ 900.000	\$ 1.800.000	1.704	3.287	\$ 45.445.580	\$ 87.645.218
Regular (5)	\$ 700.000	\$ 500.000	\$ 900.000	913	1.704	\$ 24.345.760	\$ 45.445.580

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

En consecuencia, la distribución de grupos socioeconómicos según números de hogares se obtiene de los escenarios de SECTRA (2015) y la desagregación territorial para la espacialización de los grupos socioeconómicos se realiza a través de la estimación de ingresos según el dato de avalúo del SII por manzana (2017), cuadrado con el total de viviendas hogar comunal del censo 2017.

En primer lugar, sobre la base de un total de 89.988 hogares actualizado según el número de viviendas para la intercomuna del censo 2017, el 66% de las viviendas se emplazan en la comuna de Iquique (59.705 viv) y las restantes viviendas 30.283 viviendas igual a 34% se localizan en Alto Hospicio. En este contexto, se puede observar una concentración de segmentos altos en Iquique (88%), los cuales representan un poco más de la cuarta parte de la ciudad (27,6%). En tanto, los estratos medios son mayoritarios representan 60,3% en Alto Hospicio y 56,2% Iquique, y notoriamente mayor concentración de estratos bajos en Alto Hospicio según distribución porcentual, no obstante ser equivalentes en valores absolutos 32,34% en Alto Hospicio y 16,17% en Iquique. Al interior de cada ciudad, los estratos medios son mayoritarios, principalmente en Alto Hospicio donde alcanzan más de la mitad de la población igual a 18.252 hogares, y 33.579 hogares en Iquique, los que totalizan 51.831 hogares igual al 57,60% de la intercomuna. Por último, las extensiones y enclaves urbanizados del sector sur de Iquique muestran una situación más puntual, donde predominan los estratos medios y bajos (Playa Blanca), y enclaves de segunda vivienda de estratos medios y altos.

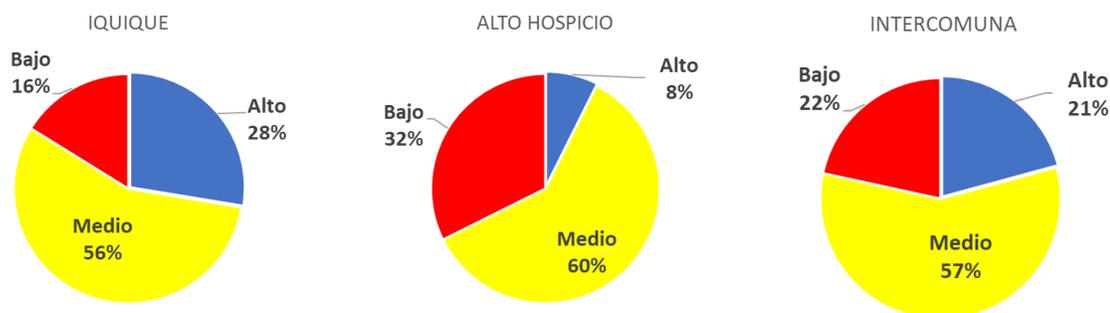
⁸ Asociación de Investigadores de Mercado (AIM) <http://www.aimchile.cl/>

Tabla 2-4: Estratificación social de Iquique y Alto Hospicio

Estratificación	Iquique			Alto Hospicio			Total
	N° viviendas	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	N° viviendas	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	
Alta (1)	16,471	27.6%	88%	2,237	7.4%	12%	18,708
Medio (3)	33,579	56.2%	65%	18,252	60.3%	35%	51,831
Baja (5)	9,655	16.2%	50%	9,795	32.3%	50%	19,449
Total	59,705	100%	66%	30,283	100%	34%	89,988

Fuente: Elaboración propia en base a información de SECTRA (STU actualizado 2015), Servicio de Impuestos Internos (2017) y Censo comunal INE (2017).

Gráfico 2-1 Porcentajes de predios por estrato socioeconómico



Fuente: Elaboración propia en base a información de SECTRA (STU actualizado 2015), Servicio de Impuestos Internos (2017) y Censo comunal INE (2017).

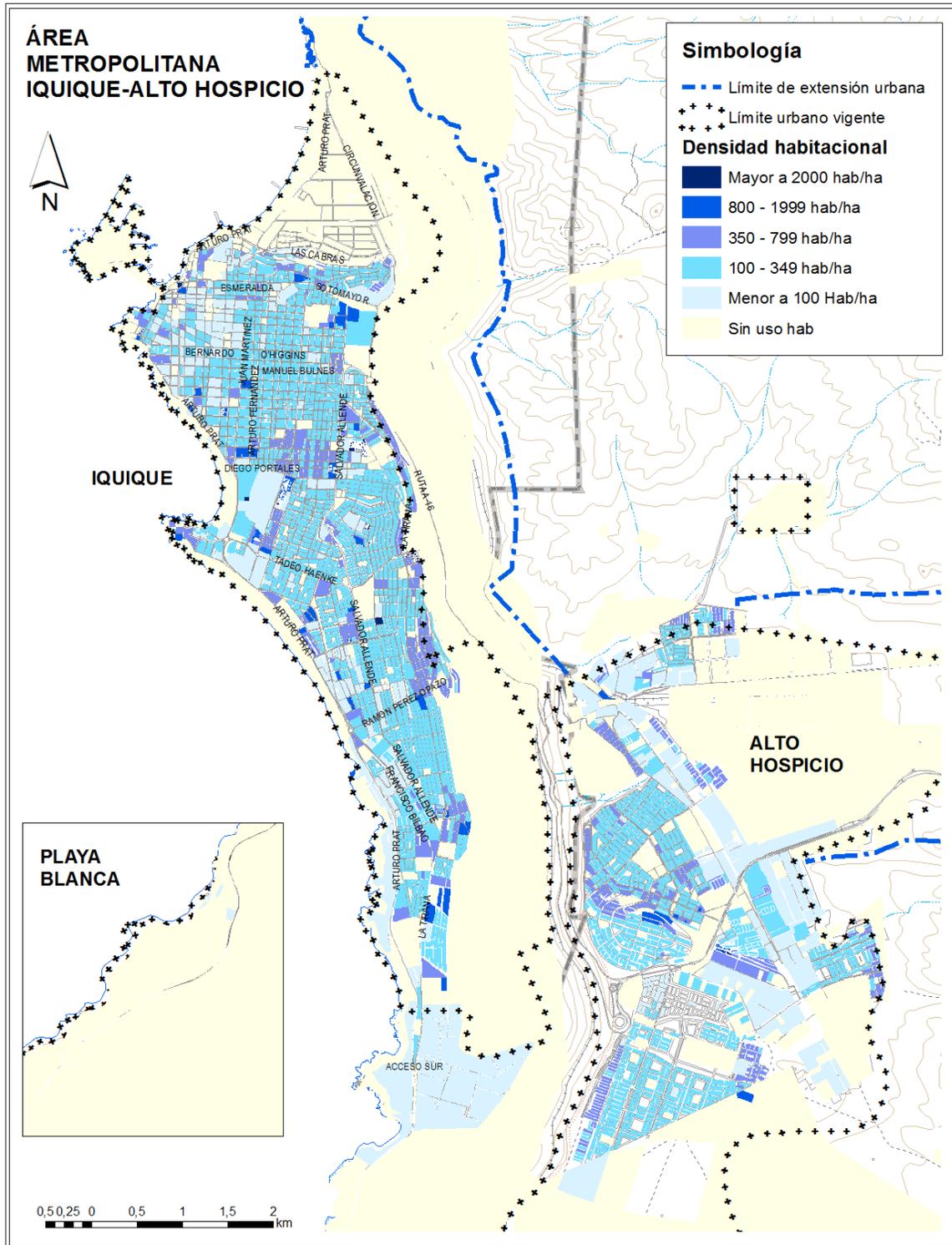
A nivel de áreas urbanas es posible identificar algunas situaciones de distribución interna de los grupos socioeconómicos. En Iquique se identifican dos situaciones generales de distribución interna. La primera coincide con el crecimiento de la ciudad desde mediados del siglo XX hasta ahora, la cual dispone de la localización y agrupación de estratos altos en el borde costero, una franja intermedia de estratos medios y una presencia de enclaves de estratos bajos en los sectores altos, y borde interior de la ciudad. La segunda situación coincide con la trama del centro histórico, donde existe un predominio de sectores medios, que se matiza con una gradiente de sector altos hacia el borde costero y una gradiente de sectores bajos hacia el norte.

En términos de segregación, podría identificarse una situación más integrada en el sector centro y norte de la ciudad, y una situación más segregada en la extensión de la ciudad hacia el sur, donde los grupos sociales disponen de una lógica más marcada localización al interior de la ciudad.

En Alto Hospicio se identifican otras dos situaciones. La primera corresponde al predominio de estratos medios que se ubica hacia el poniente, al interior del cual se localizan enclaves de estratos bajos. La segunda situación corresponde a la coexistencia de áreas de estratos altos y medios en torno a Av. Teniente Merino Correa y sectores aledaños. En términos de segregación, podría establecerse que la primera situación se encuentra segregada, teniendo una mayor homogeneidad social y con algunos sectores parcialmente integrados entre estratos medios y bajos; en cambio la segunda situación dispone de macro agrupaciones de los tres estratos socioeconómicos, los cuales podría indicarse que se encuentran más integrados, no obstante, por sus dimensiones, dicha integración sería más bien aparente ante una segregación a escalas más específicas.

De análisis existe una alta correspondencia entre las manzanas que concentran mayores porcentajes de estratos bajos y los mayores porcentajes de presencia de segmentos etéreos jóvenes, principalmente de alta presencia de población entre 0 y 15 años, tanto en Alto Hospicio como en Iquique.

Ilustración 2-5 Densidad habitacional, detalle para las áreas urbanas vigentes



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

Por otro lado, la distribución de los estratos bajo tiende a coincidir con densidades medio-altas (350-800 hab/ha), las cuales destacan en una situación general donde predominan las densidades medio-bajas (100-350 hab/ha) en ambas ciudades. No obstante, no es posible establecer una correspondencia tan clara entre las áreas de alta densidad y estratificación social debido a que los patrones más recientes de urbanizaciones de media y alta densidad se han incorporado transversalmente como modalidad de vivienda para los tres estratos. Destacan entre estos los enclaves de alta densidad que coinciden con la localización de estratos altos en el área de Playa Blanca y Cavancho.

Pese a esta situación, la distribución de las densidades medias y altas en la periferia de la ciudad supone una situación de mayor vulnerabilidad respecto a las densidades localizadas en áreas consolidadas con mejores condiciones físicas y funcionales. Cabe mencionar que estas situaciones se reproducen en la zona sur de Iquique, los sectores altos como del Cerro Dragón y sector norte. Estas situaciones serán analizadas en los apartados siguientes.

En síntesis, el plano de la vulnerabilidad de esta dimensión humana se representa en distribución socioeconómica de la población por pobreza, esto es clasificación de las familias por grupos de ingresos altos, medio y bajo. La composición del plano sigue la estructura antes descrita, según se puede visualizar en la lámina correspondiente en anexo planimétrico.

2.2.2 Dimensión Física

La dimensión física de la vulnerabilidad corresponde a la evaluación de las condiciones física o construida que generan inseguridad del bienestar de los hogares ante un cambio drástico en su medioambiente por eventos de desastre natural y de cambio climático. Esta condición de vulnerabilidad puede tener efectos graves en los afectados y es una materia gravitante para la operación de instrumentos de planificación territorial y el ordenamiento territorial.

Respecto a esta dimensión se propone estimar el grado de vulnerabilidad físico a partir de las condiciones del medio construido, entre las cuales influyen: la calidad de la edificación, el control del crecimiento en extensión y el tipo de uso de suelo y destinos. Componentes que tienen como efecto un mayor número de viviendas, inmuebles y vialidad afectada.

a) Calidad de la edificación

El análisis de la dimensión física o construida relaciona la materialidad predominante por manzana con el estado de conservación de las edificaciones, con el objetivo de identificar la capacidad para responder a un desastre natural o algún evento que cambie de forma drástica las condiciones ambientales en que se inserta. Para ello se utilizó, en primer lugar, la materialidad de las construcciones informadas por Servicio de Impuestos Internos, que categoriza el tipo de materialidad de la estructura soportante predominante de las construcciones (obra gruesa). De las categorías informadas, se agregaron las construcciones por materialidad de tipo: hormigón, albañilería, acero, madera, adobe y soluciones de materialidad mixta.

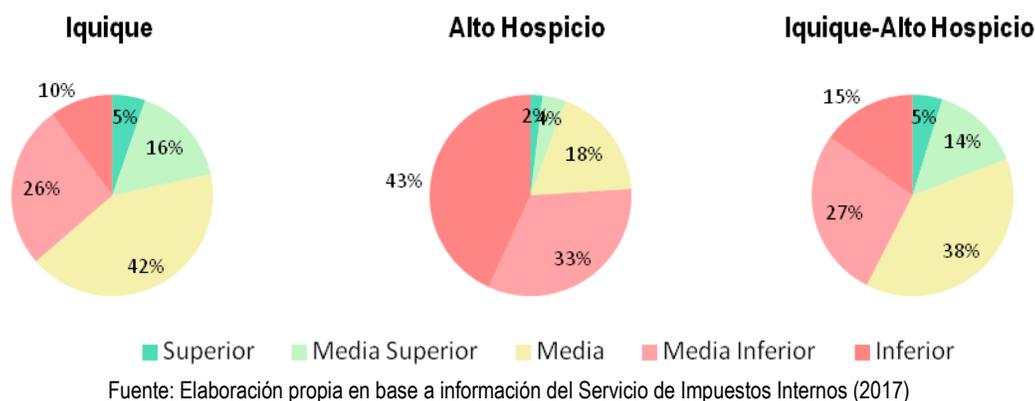
Gráfico 2-2 Porcentajes de predios por materialidad de la construcción



En términos generales, se estima que, a nivel de conjunto, la ciudad de Iquique dispone de un porcentaje predominante de edificaciones de hormigón armado (36%) y edificaciones de albañilería (33%). En un segundo nivel de participación se encuentran las construcciones de madera (16%), y luego las soluciones mixtas (12%). En cambio, en Alto Hospicio, la mayor parte de los predios corresponden a construcciones de albañilería (52%), y secundariamente se encuentran las construcciones de hormigón armado (21%), madera (17%), y más atrás las de materialidad mixta (9%).

En segundo lugar, se consideró la categorización de calidad de la construcción también informada por Servicio de Impuestos Internos. Esta categorización considera una serie de 19 características que indican el nivel de complejidad del diseño, terminaciones e instalaciones, entre los cuales se encuentra diseño de fachada, superficie total y superficie de recintos, incorporación de recintos especiales, tipología de estructura, pavimentos y revestimientos, elementos de ventanas, sistemas de climatización, cubiertas, entre otros.

Gráfico 2-3 Porcentajes de predios por categorías de calidad de la construcción



Respecto a estas categorías de calidad de la construcción se representa el porcentaje de cada una de las categorías en las dos ciudades y en su conjunto. En este índice, Iquique muestra un predominio de la categoría de calidad media (42%), secundada por la categoría media inferior (26%) y media superior (16%), en tanto en la ciudad de Alto Hospicio posee un porcentaje predominante de categoría inferior (43%) y media inferior (33%), secundada más de lejos por la categoría media. Considerando las condiciones de resistencia de cada tipología de materialidad y su índice de calidad, se realizó un cruce entre las dos variables, el cual permite obtener un indicador de vulnerabilidad para la dimensión física según calidad de la construcción (Ver Anexo Informe)⁹.

9

Tabla 2-5: Vulnerabilidad según calidad de la construcción y materialidad de edificación

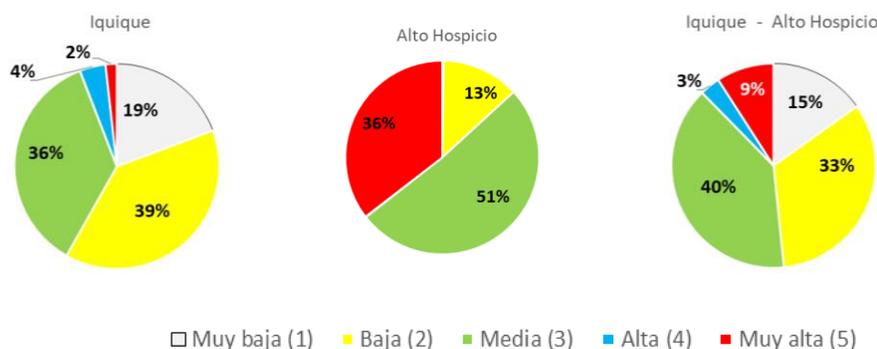
Calidad de la construcción	Materialidad					
	Hormigón	Albañilería	Acero	Mixto	Madera	Adobe
Superior	1	1	1	1	2	3
Media Superior	1	1	1	1	2	4
Media	1	2	2	3	4	5
Media Inferior	2	3	3	4	5	5
Inferior	2	3	3	3	5	5

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

Esta nueva categorización resultante del cruce de las variables de materialidad y calidad de la construcción arroja un porcentaje por índice de vulnerabilidad física de calidad de la construcción. Respecto a este índice, la ciudad de Iquique posee un porcentaje predominante de vulnerabilidad física por calidad de la edificación baja (36%), seguida por vulnerabilidad media (36%), y vulnerabilidad Muy Baja (19%). Los porcentajes más bajos corresponden a los mayores niveles de vulnerabilidad, particularmente Muy alta (2%) y Alta (4%).

La ciudad de Alto Hospicio en tanto posee un porcentaje predominante de vulnerabilidad física por calidad de la edificación media que alcanza más de la mitad de los inmuebles de la ciudad (51%). En un segundo término se encuentra la vulnerabilidad muy alta (35%) y vulnerabilidad baja (13%). No se registran porcentajes sustantivos de vulnerabilidad alta y muy baja, debido a que existen pocos casos.

Gráfico 2-4 Porcentajes de predios por vulnerabilidad física de calidad de la construcción



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

Tabla 2-6: Calidad de la edificación de Iquique y Alto Hospicio

Vulnerabilidad física	Alto Hospicio			Iquique			Total
	N° predios	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	N° predios	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	
Muy baja (1)	70	0%	0,4%	19.894	19%	99,6%	19.964
Baja (2)	3.707	13%	8,5%	40.057	39%	91,5%	43.764
Media (3)	14.707	51%	28,4%	37.038	36%	71,6%	51.745
Alta (4)	27	0%	0,6%	4.219	4%	99,4%	4.246
Muy alta (5)	10.173	35%	84,7%	1.834	2%	15,3%	12.007
Total	28.684	100,00%	33,90%	103.042	100,00%	66,10%	131.726

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

En anexo planimétrico se visualiza su distribución en ambas ciudades. En primer lugar, respecto de Iquique, existe una clara presencia de los valores medios en la zona alta de la ciudad, los cuales forman una franja continua de norte a sur, que cubre un área mayor en el sector interior de Cavanca y las nuevas urbanizaciones del sector sur. Respecto a los valores más altos de vulnerabilidad se observa una situación fragmentada, de la

cual se identifica una suerte de agrupaciones en el peri-centro al oriente de la calle Arturo Fernández, y otra agrupación general en torno al Eje Salvador Allende entre Tadeo Haenke y Av. la Tirana.

Respecto a Alto Hospicio existe una alta cobertura de manzanas con valores de muy alta vulnerabilidad, las cuales se localizan principalmente en torno a la Av. Teniente Merino Correa, y las poblaciones del sector norte y sector sur de la ciudad.

b) Control de crecimiento en extensión

Como segundo factor de análisis dentro de la dimensión física se consideran las características urbanas y territoriales de superficie predial, que responden al grado y tipología de urbanización del territorio. En este sentido se analizan las superficies prediales mínimas y las condiciones con estas se han ido distribuyendo en el proceso de crecimiento de las ciudades de Iquique y Alto Hospicio. El objetivo de este análisis es generar una identificación de las áreas de mayor atomización predial y su distribución.

Para este análisis de tamaños prediales fue realizado una definición de rangos típicos. La clasificación en rangos típicos consideró una clasificación de conjuntos no proporcionales, determinados por la distribución típica (concentración de datos). Los cinco rangos de superficie consideradas fueron: menos de 200 m², 201-400 m², 401-800 m², 801-1.500 m², y más de 1.500 m².

Primer rango (Menos de 200 m²): corresponde principalmente a las tipologías de loteos de vivienda social o económica construidas bajo los programas gubernamentales de vivienda de las últimas décadas. Este rango predomina en un 52% de las manzanas de Iquique y 69% de Alto Hospicio.

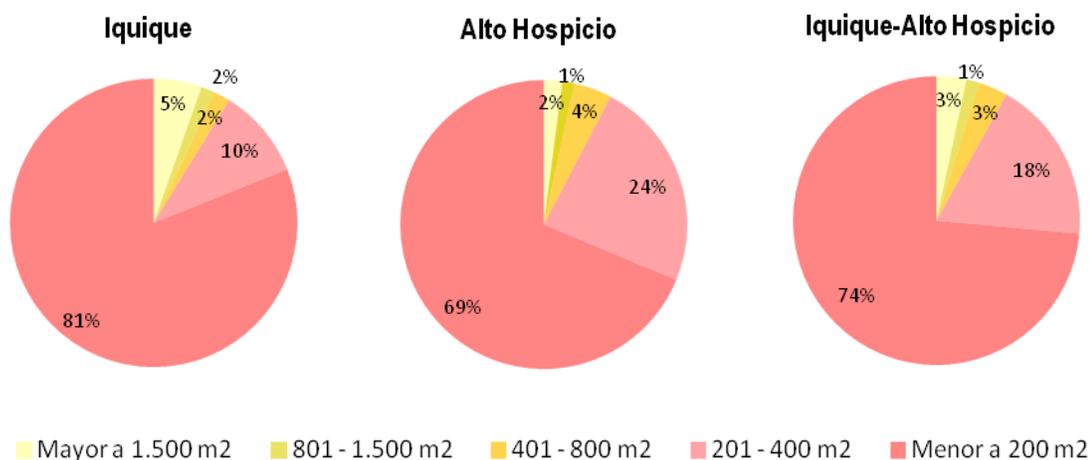
Segundo rango (201 - 400 m²): corresponde a las tipologías de loteos de vivienda social y económica y áreas mixtas comerciales. Este rango es el más relevante en número de casos, predominando en un 10% de las manzanas de Iquique y 24% de Alto Hospicio.

Tercer rango (401 - 800 m²): corresponde a las tipologías de predios localizadas en nuevas urbanizaciones al sur de la ciudad de Iquique y en áreas comerciales exclusiva. Este rango predomina en un 2% de las manzanas de Iquique y 4% de Alto Hospicio.

Cuarto rango (801 - 1.500 m²): corresponde a las tipologías de predios de áreas comerciales exclusiva y situaciones puntuales ubicadas al interior del área urbana. Este rango predomina en un 2% de las manzanas de Iquique y 1% Alto Hospicio.

Quinto rango (Más de 1.500 m²): corresponde a terrenos no consolidados y predios ubicado en la periferia de ambas ciudades. Este rango predomina en un 5% de las manzanas de Iquique y 2% Alto Hospicio. El cálculo corresponde a la superficie predial predominante en la manzana según su nivel de subdivisión. Por lo tanto, se puede tratar de distintos predios de tamaño similar o diferentes rangos de superficie donde se calcula el predominante.

Gráfico 2-5 Distribución de la superficie predial predominante por manzana



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

Tabla 2-7: Superficie predial predominante por manzana en Iquique y Alto Hospicio

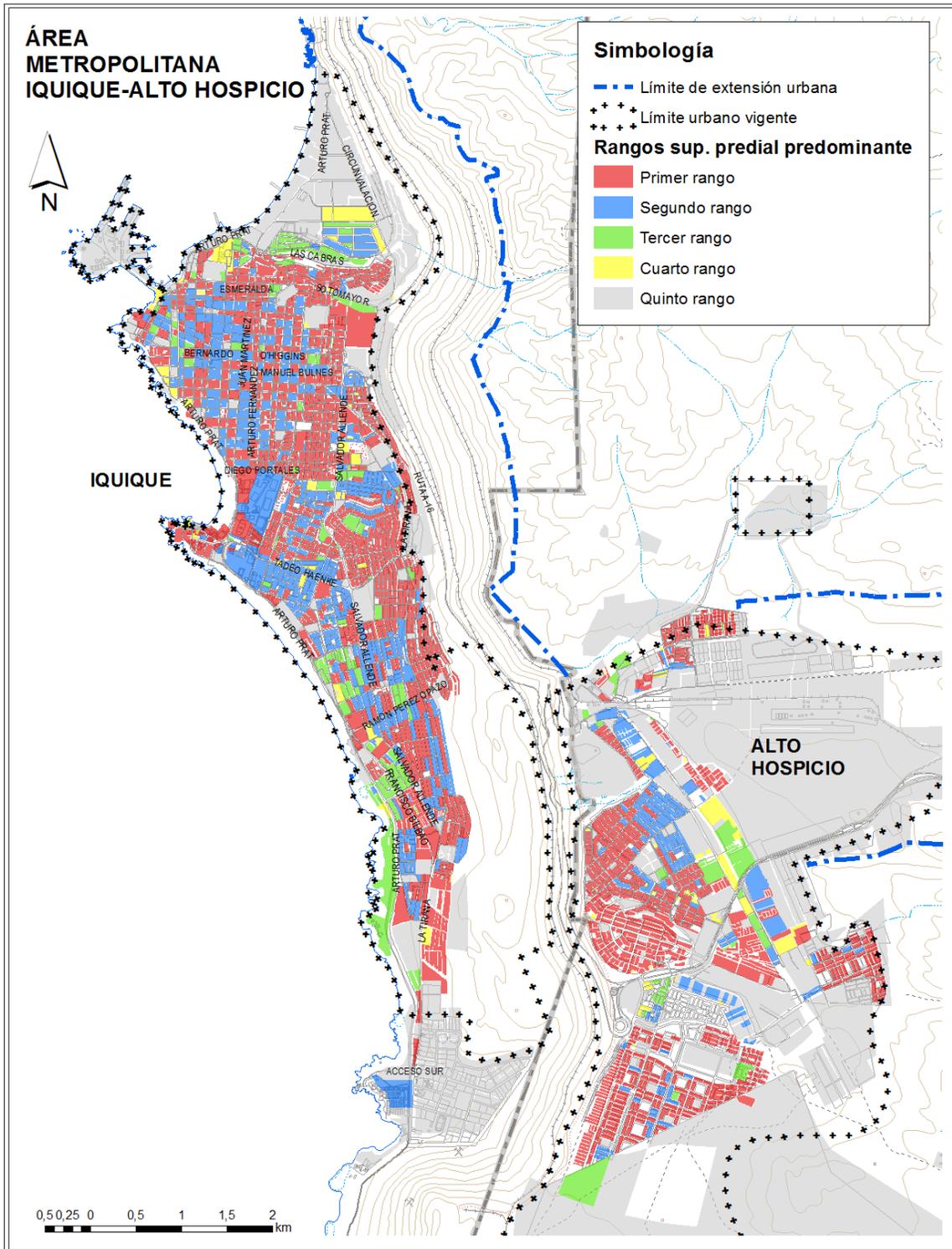
Rangos de superficie predial	Alto Hospicio			Iquique			Total
	N° manzanas	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	N° manzanas	% relativo a ciudad	% relativo al estrato	
Menor a 200 m²	4555	69%	57%	3450	52%	43%	8005
201 - 400 m²	1564	24%	78,36%	432	10%	21,64%	1.996
401 - 800 m²	282	4%	78,33%	78	2%	21,67%	360
801 - 1.500 m²	90	1%	57,69%	66	2%	42,31%	156
Mayor a 1.500 m²	137	2%	37,43%	229	5%	62,57%	366
Total	6.628	100,00%	60,90%	4.255	100,00%	39,10%	10883

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

En relación con la distribución geográfica en Iquique de estos rangos predominantes de superficie predial, la zona peri central en el norte corresponde a una zona de alta concentración de predios baja superficie predial, tanto de predios menores a 200m² y predios de 200m² a 400m². Por su parte, los rangos de superficies entre 401 a 800 m² se distribuyen dispersos en toda el área urbana y se tienden a localizar cercanos al sector de Playa Blanca.

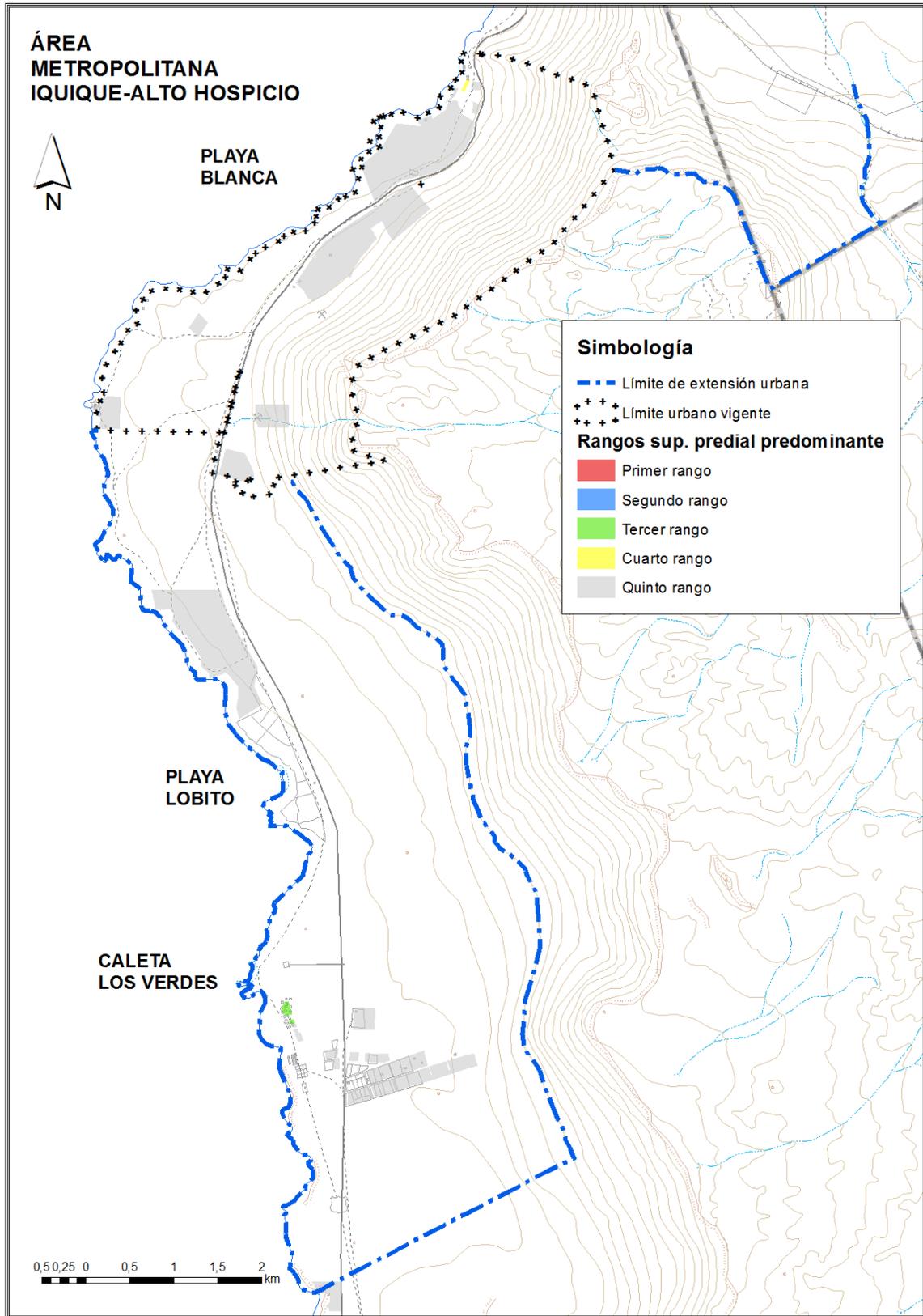
En tanto, en Alto Hospicio la mayor parte de las superficies prediales corresponden al rango más bajo. En segundo lugar, en torno a la Av. Teniente Merino Correa se concentraban una diversidad de rangos de superficie predial mayor.

Ilustración 2-6 Atomización predial, detalle para las áreas urbanas Iquique – Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

Ilustración 2-7 Atomización predial, detalle para las áreas urbanas de extensión Iquique



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

c) Usos de suelo

Como tercer factor de análisis dentro de la dimensión física de la vulnerabilidad se consideran los tipos de usos y destinos de las áreas urbanas, las cuales tienen una incidencia en el tipo de edificación y su mantención.

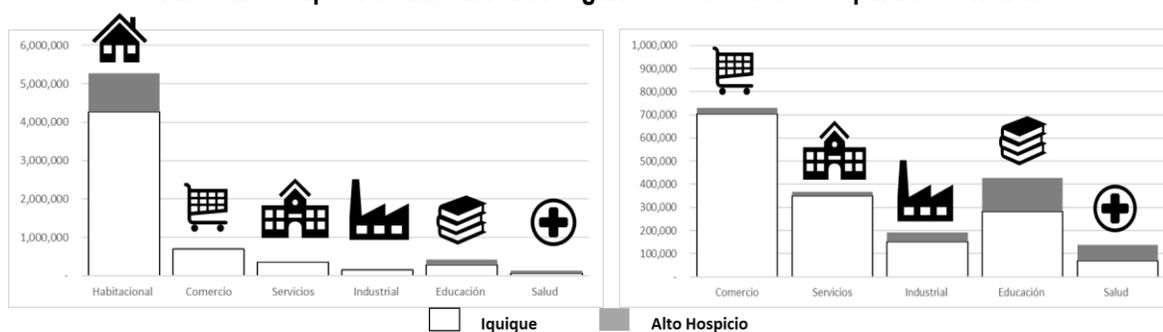
Desde el punto de vista de la distribución de usos de suelo según superficie edificada de las principales categorías, la vivienda representa el 74% del destino de uso de suelo, con un total de 5.266.000 m², con una mayor concentración de superficie en la comuna de Iquique equivalentes a 80% del total superficie. De ello se infiere que el rango de tamaño estándar por unidad habitacional es mayor en Iquique que Alto Hospicio dado que dicho 80% de superficie equivale al 58% del parque habitacional de la intercomuna.

Para el resto de los destinos no residenciales, la mayor centralidad se encuentra en Iquique, ciudad que concentra desde el 66% de las superficies en el caso del destino educacional, hasta el 95% correspondiente a la mayor centralidad de servicios y comercio. El único destino que se distribuye en forma equitativa en ambas comunas es Salud, con cerca de 70.000 m². En una situación intermedia se encuentra el destino industrial que concentra el 78% (150.819 m²) en Iquique, respecto al 22% (41.566 m²) de Alto Hospicio Ello según se puede visualizar en la siguiente tabla y gráficos en los cuales se presenta la distribución por comuna con y sin uso de vivienda.

Tabla 2-8: Superficie edificada M2 según usos de suelo Áreas Urbanas de Iquique- Alto Hospicio

COMUNA	Habitacional	Comercio	Servicios	Industrial	Educación	Salud	Total	%
IQUIQUE	4,263,255	703,538	349,343	150,819	282,285	69,535	5,818,775	82%
ALTO HOSPICIO	1,002,750	27,448	16,639	41,566	143,885	69,508	1,301,796	18%
Total	5,266,005	730,986	365,982	192,385	426,170	139,043	7,120,571	
%	74%	10%	5%	3%	6%	2%		

Gráfico 2-6: Superficie M2 edificada según Usos de Suelo comparado Comunas



Fuente: Elaborado a partir del escenario base de la actualización del STU SECTRA 2015.

Los usos de suelo y destinos que analiza la distribución de usos de suelo según corresponda a las siguientes categorías. La definición de usos de suelo considera rangos de vulnerabilidad de acuerdo con tipologías de uso de suelo, clases y destinos, generando agrupaciones según el puntaje de vulnerabilidad asignado.

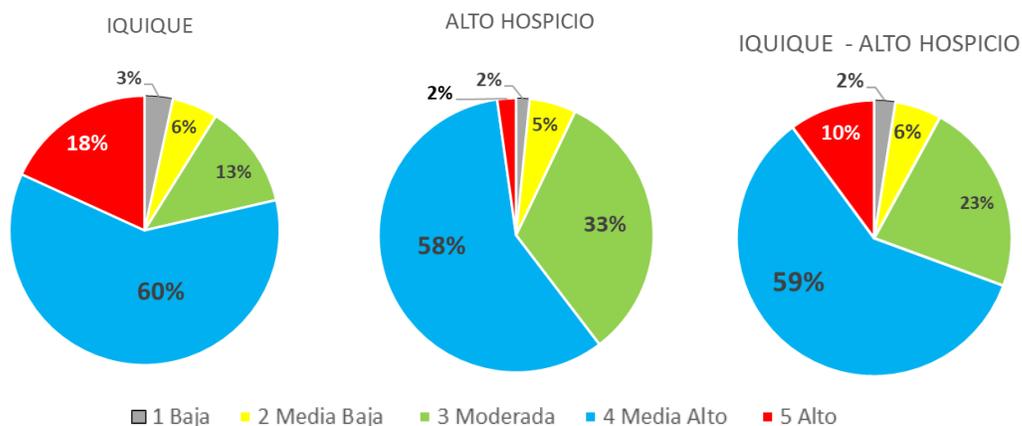
Tabla 2-9: Niveles de vulnerabilidad según distribución de usos de suelo

TIPO DE USO DE SUELO	CLASE Y DESTINOS (x,y,z)	PUNTAJE
		VULNERABILIDAD (Pv)
Residencial	Hogares de acogida	5
	Vivienda	4
	Hospedaje	
Equipamiento	Seguridad	5
	Salud	
	Educación	4
	Culto y cultura	3
	Deporte	
	Esparcimiento	
	Servicios	
	Social	
	Científico	2
	Comercio	
Actividades productivas	Almacenamiento y bodegaje	4
	Industria	3
Infraestructura	Sanitaria	4
	Energética	
	Transporte	2
Áreas verdes	Espacios públicos y áreas verdes	1

Fuente: Elaboración propia (2018)

Las agrupaciones de vulnerabilidad física por uso de suelo considerados se distribuyen de la siguiente manera en el área urbana de las dos ciudades. Las mayores proporciones corresponden a los usos de suelo asociados al puntaje de vulnerabilidad 4 medio alto por la consideración del destino habitacional predominante en ambas áreas urbanas, razón por la cual representa alrededor del 60% el que incluye además de educación almacenamiento y bodegaje, además de infraestructura sanitaria y energética. En Iquique el nivel alto que incluye los equipamientos críticos de salud y seguridad alcanza el 18%, muy superior al 2% que representa en términos de superficie urbana en Alto Hospicio. No obstante, en alto Hospicio pesa en segundo orden el nivel medio o moderado según criticidad equivalentes al 33%, por el uso de suelo industrial en relación al tamaño de su superficie del área urbana consolidada. Ello según se puede visualizar en la siguiente gráfica.

Gráfico 2-7: Puntaje de Vulnerabilidad según usos de suelo Iquique- Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-10: Superficie urbana Há en Iquique y Alto Hospicio según puntaje de vulnerabilidad de usos de suelo

Pv Usos de suelo	ALTO HOSPICIO		IQUIQUE		Total general	
	Há	%	Há	%	Há	%
1	32.202	2%	67.321	3%	99.523	2%
2	111.302	5%	109.242	5%	220.544	5%
3	660.266	33%	249.653	13%	909.919	23%
4	1178.89	58%	1205.687	60%	2384.577	59%
5	44.681	2%	361.998	18%	406.679	10%
Total general	2027.341	100%	1993.901	100%	4021.242	100%

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2017)

La localización de las agrupaciones de vulnerabilidad física por uso de suelo se dispone de distinta manera en ambas ciudades. En Iquique, el predominio de la agrupación 4, de usos de vivienda y otros, es interrumpido por la agrupación 5 de destinos asociados a hogares de acogida, salud y seguridad, los cuales se disponen principalmente en el sector centro de la ciudad. Por otra parte, la agrupación 3, se localiza en el sector norte y oriente.

En Alto Hospicio el predominio de la agrupación 4 se ve interrumpido por las agrupaciones 5, 3 y 2 que se distribuyen de manera dispersa en el área urbana de Alto Hospicio. La mayor concentración de manzanas de este tipo de agrupaciones se localiza en torno a la Av. Teniente Merino Correa.

Conforme al análisis de las variables expuestas, en el anexo planimétrico se integran las coberturas planimétricas de esta dimensión física para el análisis de la vulnerabilidad del sistema metropolitano Iquique-Alto Hospicio, según índice de vulnerabilidad de calidad de edificación y usos de suelo, resultados a considerar en el análisis multicriterio que se desarrolla en los puntos siguientes para la síntesis del riesgo.

2.2.3 Dimensión Funcional

Un factor de análisis paralelo al cálculo de la vulnerabilidad corresponde a la identificación de los sistemas estratégicos presentes en las áreas sujetas a peligro.

a) Estructura de actividades de las personas – intensidades de uso.

La estructura de las actividades de las personas que dan cuenta de la funcionalidad del sistema urbano se relaciona con las intensidades de uso desde una perspectiva del dinamismo del desarrollo urbano, donde es absolutamente relevante el parámetro de **densidad**, considerada en este caso como la totalidad de las personas en una determinada unidad de superficie desarrollando diferentes actividades (no solo la función residencial) en una secuencia horario temporal.

Ello, implica que la densidad (ocupacional o uso) puede incrementar la vulnerabilidad dado que sería la mayor cantidad de personas que pudiesen estar expuestas (y por ende sensiblemente afectadas a la ocurrencia de un peligro).

En términos de distribución de las actividades por rubro, para el caso de la ciudad de Iquique se realiza sectorización de la localidad de acuerdo a propuesta del Plan de Desarrollo Comunal, y se incorporan antecedentes provenientes del Servicio de Impuesto Internos para los años 2010 y 2014, y del catastro propio realizado en terreno en el marco del desarrollo del Plan Regulador Comunal de Iquique.

En la siguiente tabla se desglosan las superficies asociadas a cada uno de los destinos principales de suelo, para cada uno de los sectores en que se dividió la ciudad. Destaca que del total de las 931 ha de predios de la

ciudad de Iquique, más de 535 ha son de carácter residencial lo que corresponde al 56,43% del total, ubicándose principalmente en los sectores 2 y 6, con 116 ha y 133 ha respectivamente. Otros usos relevantes son el comercio, y la industria y el bodegaje, los cuales abarcan un total de 102 y 75 ha respectivamente, y se ubican principalmente en el territorio 0 (ZOFRI).

Por otra parte, el uso comercial y de equipamiento destacan principalmente en el sector 2 con casi 40 ha en conjunto, de las 204 ha que abarca el sector (23,53%), lo que es congruente con el rol de “centro de la ciudad”. El sector 2 además alberga gran porcentaje de los destinos de suelo de oficinas y administración pública, aunque este uso apenas considera 24 ha en toda la ciudad.

Finalmente, cabe mencionar la cantidad de superficie considerada como sitio eriazo al año 2014 (algunos paños han sido desarrollados en los últimos años), lo que corresponde a un total de 100 ha de las 931 ha (10,8%) que corresponden a este destino, superficie que se encuentra principalmente en el sector 7 al extremo sur de la ciudad, pero también en el territorio 1 justo al norte del centro de la ciudad.

Tabla 2-11: Usos de suelo por sector, Iquique 2014

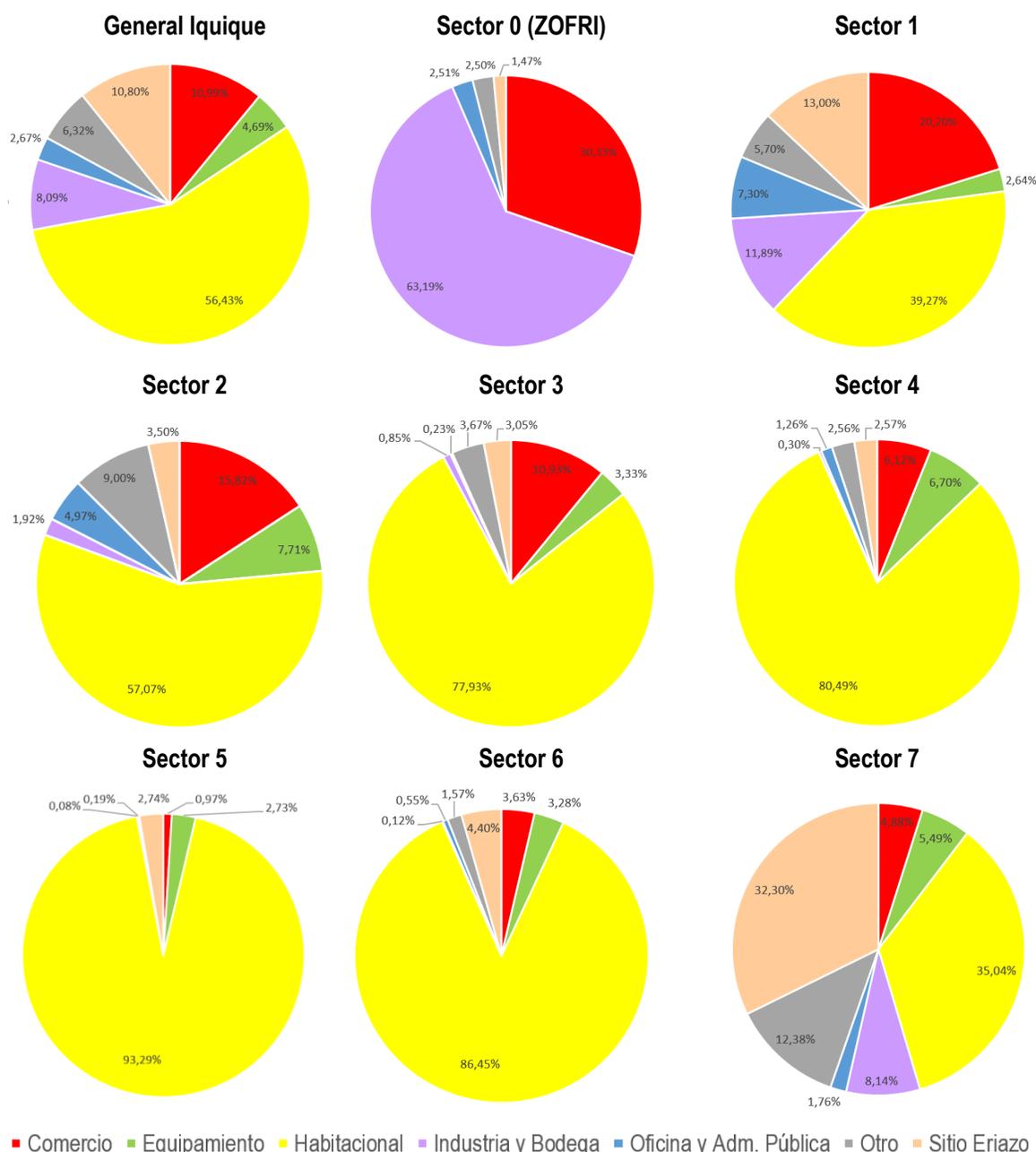
Sector	Comercio	Equipamiento	Habitacional	Industria y Bodega	Oficina Adm. Pública	Otro	Sitio Eriazo	Total
0	19,82			41,29	1,64	1,63	0,96	65,34
1	20,65	2,70	40,15	12,16	7,46	5,83	13,30	102,24
2	32,38	15,79	116,83	3,93	10,17	18,42	7,17	204,71
3	8,91	2,71	63,50	0,69	0,19	2,99	2,49	81,48
4	4,46	4,88	58,63	0,22	0,92	1,86	1,87	72,84
5	0,42	1,18	40,48	0,04	0,00	0,08	1,19	43,39
6	5,60	5,05	133,26	0,18	0,85	2,43	6,79	154,16
7	10,11	11,36	72,50	16,84	3,65	25,62	66,82	206,89
Total	102,35	43,67	525,35	75,36	24,88	58,86	100,58	931,05

Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2010, 2014)

En lo que respecta a la distribución proporcional de los usos de suelo por sector, destacan la concentración de las actividades industriales y de comercio en el norte de la ciudad (Sector 0 ZOFRI), y la concentración de otros usos de suelo y de sitios eriazos del extremo sur, cuyos pesos relativos impactan en lo que podría denominarse como la mixtura de usos en general de la ciudad, pero que se polarizan en el territorio. Por otra parte, en los sectores intermedios destaca la predominancia de las actividades residenciales (salvo en el sector 1 que alberga parte de los sectores comerciales de la ZOFRI). Al mismo tiempo, es posible evidenciar la pérdida paulatina de diversidad o complejidad de los usos de suelo desde el sector 2 como centro de la ciudad, hasta el sector 5 y 6 donde los usos no residenciales bajan considerablemente sus porcentajes.

Este último aspecto permite reflexionar sobre la necesidad de incentivar los usos no residenciales en los barrios al sur de la ciudad, con el fin de generar unidades territoriales con suficientes servicios y equipamientos para entregar calidad de vida urbana a todos los habitantes.

Gráfico 2-8 Porcentajes de usos por sector, Iquique 2014



Fuente: Elaboración propia en base a información del Servicio de Impuestos Internos (2010-2014).

El caso de Alto Hospicio la distribución de uso es más homogénea, esencialmente respecto al uso habitacional y grandes predios de almacenamiento bodegaje e industria.

Finalmente, se presentan en ilustración de anexo planimétrico la distribución espacial de los usos antes descritos.

Para la contabilización de las actividades, se considera el cálculo de la intensidad de uso, para las diferentes funciones asociados a los propósitos de viaje diario de las personas al interior del sistema urbano. Esta intensidad de uso es directamente proporcional al incremento de vulnerabilidad, básicamente por el efecto que tiene la dinámica del desarrollo de las actividades que realizan las personas en las áreas expuestas, para lo

cual se establece la siguiente gradiente de rangos de intensidades proyectadas en concordancia con los factores de vulnerabilidad, conforme a parámetros de densidad habitacional en áreas urbanas.

Según lo expuesto, la tabla de los rangos de intensidades de uso (desarrollo de actividades) corresponde a los parámetros establecidos para las densidades habitacionales, incrementando en un factor 0,4, según lo que representa la superficie destino vivienda (equivalente al 60%) en relación con el total de superficie edificada en el espacio urbano, respecto a los otros destinos esencialmente equipamientos (atractores de flujos para el desarrollo de actividades de las personas). No obstante, en vez de medirse de habitantes por Há, se mide como N° de desarrollando actividades según motivo de viajes por unidad de superficie en hectárea.

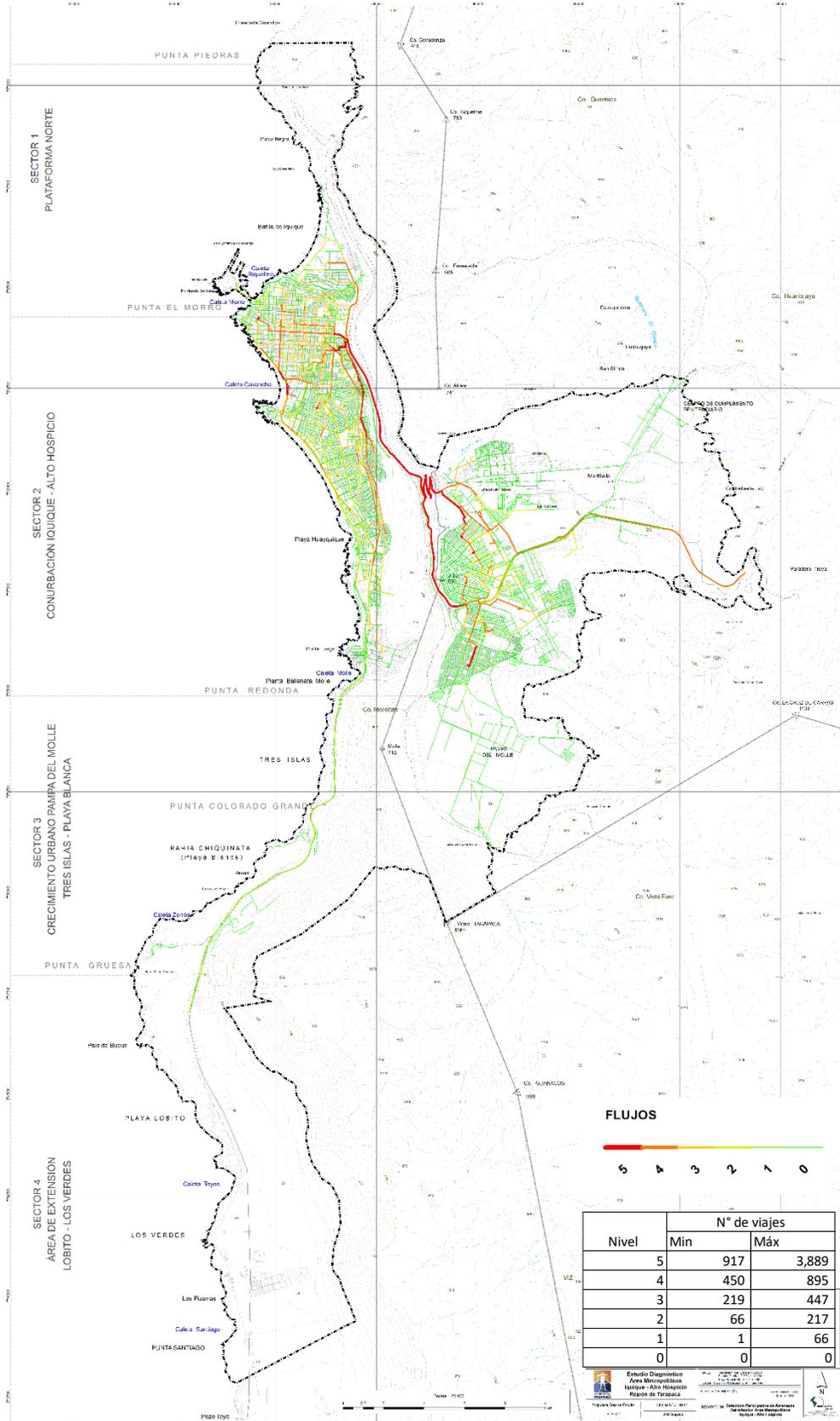
Tabla 2-12: Rangos de vulnerabilidad según intensidad de uso

VULNERABILIDAD	INTENSIDAD DE USO N° actividades por manzana	Homologación en base a Criterios urbanísticos
1	< 140	<u>Muy Baja Intensidad:</u> Se considera que esta categoría de densidad aplica a zonas de baja intensidades de uso, según patrones de ocupación de subdivisiones prediales desde 2.500 m ² a 400 m ² , correspondientes a parámetros de umbrales en áreas urbanas. Por ende, corresponden a menor número de personas que se desplazan en dichas zonas.
2	141 – 490	<u>Baja Intensidad:</u> Incluye loteos de viviendas unifamiliares y condominios, entre los que se corresponden a vivienda económica o social, más las relaciones de uso de los equipamientos complementarias a la función residencial.
3	491 – 1120	<u>Media Intensidad:</u> En esta categoría se encuentra preferentemente tipo de agrupamiento de edificaciones de altura media, entre 4 y 6 pisos para los cuales no es exigible la zona vertical de seguridad (art. 4.3.7 OGUC). Destaca en este rango las disposiciones relativas a la exigencia de ascensores en edificación en altura (a partir de los 5 pisos), en conjunto con los edificios de equipamientos proporcionales a dicha carga de ocupación.
4	1121 – 2800	<u>Alta Intensidad:</u> Considera preferentemente Condominios Tipo A con alturas superiores a 7 pisos donde es exigible la zona vertical de seguridad (art. 4.3.7 OGUC), en conjunto con los edificios de equipamientos proporcionales a dicha carga de ocupación y centralidades de servicios urbanos.
5	> 2801	<u>Muy Alta Intensidad:</u> Corresponde a la tipología de condominio tipo A de alturas superiores a 20 pisos, en conjunto con los edificios de equipamientos proporcionales a dicha carga de ocupación y mayores centralidades de servicios urbanos.

Fuente: Elaboración propia.

La intensidad de uso corresponde al cálculo de número de actividades que desarrollan las personas según las matrices de origen destino de viajes entre las zonas EOD para los diferentes motivos, durante una jornada de día hábil medidos cada 10 minutos/ hora. Este cálculo corresponde a la distribución de flujos de la misma encuesta EOD de SECTRA, que se representa espacialmente en la simbolización de la red vial del sistema interurbano, en la siguiente ilustración:

Ilustración 2-8: Flujos red vial interurbana Iquique - Alto Hospicio



Dicha matriz de viajes que corresponde a la contabilización de actividades que desarrollan las personas, se desagregan a nivel de manzana, distribuyéndolas mediante la asociación de los propósitos de viaje con los destinos de uso según el registro de m2 de SII 2017. De los 14 propósitos de viaje de la encuesta EOD, se asociaron en 5 categorías que permiten relacionar los propósitos con los destinos de las actividades, infiriendo actividades que desarrollan las personas en los diferentes sectores manzanas de las áreas urbanas, cuales son:

- hogar - destino habitacional
- trabajo destino oficina, industria, almacenaje y bodegaje, minería
- estudio destino educación y cultura,
- recreación destino deporte y recreación y culto y
- servicios destino comercio, hotelería, administración pública, salud, transporte y telecomunicaciones.

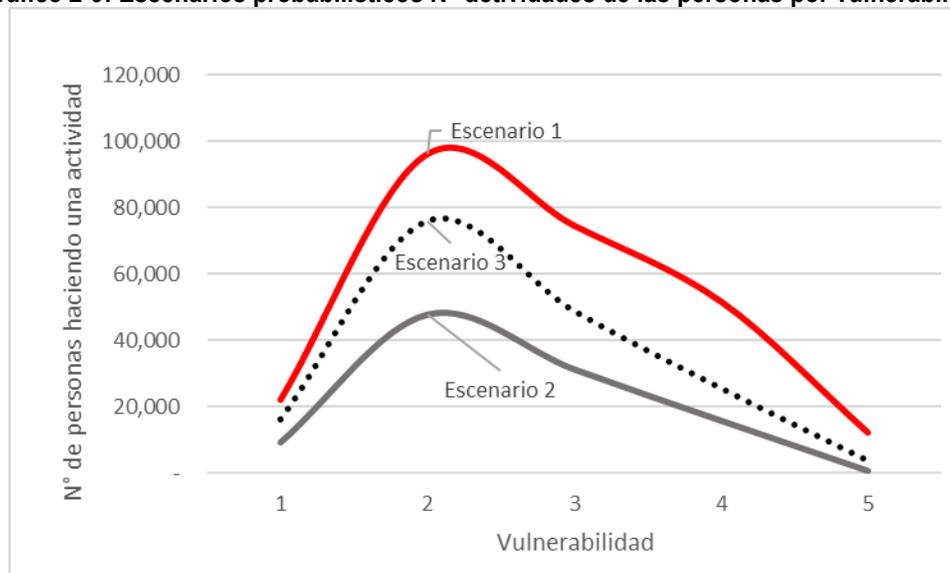
De esta forma se distribuyen los flujos conforme a la mayor centralidad de la oferta de equipamientos según cantidad de superficie de cada actividad por manzana, infiriendo el destino a nivel de manzana del flujo que tiene asignada la zona origen – destino. Se obtiene una métrica de actividades atraídas en las manzanas, que permite representar la centralidad de viajes o flujos. La contabilización de actividades se obtiene cada 10 minutos a lo largo del período horario del día, con un total de 144 registros por día (6 registro durante 24 horas).

La matriz permite identificar el desarrollo de las actividades, según llegada, permanencia y salida de las personas por manzana para los diferentes motivos por lo cual se calcula la probabilidad, según dicho comportamiento temporal de las actividades ante la ocurrencia de una amenaza. Ello considerando tres escenarios probabilísticos:

- *Escenario 1:* es el escenario poco probable, pero de mayor impacto. Esto es el mayor número de actividades que desarrollan las personas, en una baja probabilidad de ocurrencia durante el periodo día. Es el escenario que podría interpretarse como el de mayor intensidad de siniestro, donde su probabilidad de asocia al percentil 0,9 de la distribución de registros durante una jornada día.
- *Escenario 2:* es el escenario más probable, correspondiente al menor número de actividades que desarrollan las personas, en la mayor probabilidad de ocurrencia durante el período día. Por corresponder al escenario más probable, es donde se concentra la mayor cantidad de actividades equivalente al percentil 0,5.
- *Escenario 3,* es el escenario poco probable de menor impacto, esto es el menor número de actividades que desarrollan las personas, en una baja probabilidad de ocurrencia durante el periodo día. Este escenario se podría interpretar como el de menor intensidad donde su probabilidad se asocia al percentil 0,1 de la distribución de registros durante la jornada día.

Los resultados de la distribución por nivel de vulnerabilidad del total de personas desarrollando actividades se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfico 2-9: Escenarios probabilísticos N° actividades de las personas por vulnerabilidad



Fuente. Elaboración propia a partir del procesamiento matriz EOD. SECTRA 2015.

Tabla 2-13: N° de actividades que desarrollan las personas según escenarios probabilísticos y nivel de vulnerabilidad

Vulnerabilidad	Escenarios probabilísticos según actividades que realizan las personas					
	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	N°	%	N°	%	N°	%
1	21,933	9%	9,212	9%	16,142	10%
2	96,022	38%	47,734	46%	75,795	45%
3	74,449	29%	31,246	30%	48,692	29%
4	51,544	20%	15,778	15%	25,504	15%
5	12,036	5%	651	1%	3,706	2%
Total	255,984	100%	104,621	100%	169,839	100%

Fuente. Elaboración propia a partir del procesamiento matriz EOD. SECTRA 2015.

Se escoge el escenario 1 como el de mayor impacto junto con representar la mayor cantidad de personas desarrollando actividades, clasificando las manzanas según la intensidad de uso descrita en la tabla anterior, cuyos parámetros se definen conforme a la homologación de los criterios urbanísticos anteriormente descritos.

De esta forma, conforme el total de actividades distribuidas y contabilizadas por manzanas, se asigna el nivel de vulnerabilidad según rango de magnitud de intensidad indicado en la tabla precedente.

Los resultados del índice de vulnerabilidad según esta variable, se visualiza en el anexo planimétrico del presente informe.

b) Sistemas estratégicos

Se entiende como sistema estratégico al conjunto de aquellos equipamientos que desempeñan funciones cruciales durante y después de sucedido el desastre o emergencia. Otras definiciones realizan una distinción respecto de la denominación líneas vitales, que se entienden como todas aquellas infraestructuras básicas o esenciales de soporte para la habitabilidad o poblamiento en todas sus dimensiones. Se reconocen las siguientes edificaciones como equipamientos esenciales, que según la labor que cumplen durante y posteriormente a la emergencia, deben localizarse fuera de las áreas expuestas. Entre ellos destacan:

- a. Seguridad
- b. Educación
- c. Salud
- d. Servicios públicos (Estatales)

Con la finalidad de identificar los mencionados equipamientos se tomaron en consideración dos clasificaciones de destinos: por un lado la clasificación que aplica el Servicio de Impuestos Internos que ordena en torno a 14 destinos predominantes, y por otro la clasificación considera los usos y destinos descritos en el artículo 2.1.24, 2.1.25 para el caso de usos residenciales, 2.1.28 en el caso de los destinos asociados a actividades productivas y 2.1.29 en el caso de infraestructura y respecto de las clases de equipamientos contenidas en el artículo 2.1.33 de la O.G.U.C. A continuación, se presenta una tabla de homologación entre ambas fuentes de datos:

Tabla 2-14: Homologación de usos y destinos

Uso de suelo OGUC	Clases y/o destinos O.G.U.C. (1)	Destinos SII	Código SII
Residencial	Vivienda (2)	Habitacional	H
	Hospedaje	Hotel, Motel	G
Equipamiento	Científico	Otros no considerados	V
	Comercio	Comercio	C
	Culto (Cultura)	Culto (3)	Q
	Deporte	Deporte y Recreación	D
	Educación	Educación	E
	Esparcimiento	No aplica	-
	Salud	Salud	S
	Seguridad	Administración Pública y defensa	P
	Servicios	Oficina	O
	Social	Otros no considerados	V
Actividades productivas	Industria	Industria	I
	Talleres (Similares a Industrial)		
	Almacenamiento y Bodegaje	Bodegas y almacenamiento.	L
Infraestructura	Sanitaria	Otros no considerados	V
	Energética	Otros no considerados	V
	Transporte	Transporte	T

Fuente: Elaboración propia en base a SII (2017)

- Notas. (1) Clases o destinos según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
 (2) Incluye hogares de acogida.
 (3) Cultura se encuentra contenida en el destino Educación en la base SII.

De acuerdo con la información de manzanas provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), actualizada al primer trimestre de 2017, se reporta a continuación el número de predios que acogen los equipamientos definidos como esenciales previamente (educación, salud, seguridad y servicios) para ambas localidades

Respecto a la distribución de los equipamientos educativos, se observa que éstos se localizan en ambas áreas urbanas, presentando una mayor concentración en los sectores Centro Histórico y borde costero en el caso de Iquique; y en el caso de Alto Hospicio en torno a la Ruta 16, Carmela Carvajal de Prat y Unión Europea, Av. Teniente Hernán Merino Correa y Av. Jerusalén. En líneas generales, se observa que en Iquique existen mayor oferta educativa respecto de Alto Hospicio, sin embargo, tanto el avalúo como la superficie destinada a dichos equipamientos es muy superior en ésta última ciudad respecto de la primera, según se desprende del registro de la base de SII 2017 a nivel predial.

Tabla 2-15: Equipamientos Educación – Comuna de Iquique

Ciudad	Equipamiento Educación					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Iquique	248	0,32%	61.185	1,94%	494.714	0,94%
TOTAL	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Tabla 2-16: Equipamientos Educación – Comuna de Alto Hospicio

Ciudad	Equipamiento Educación					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Alto Hospicio	46	0,16%	71.917	22,67%	1.422.520	4,14%
TOTAL	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Se contrasta, dicho registro con el directorio de establecimientos educacionales del GORE Tarapacá, en cual registran para la intercomuna un total de 176 establecimientos educacionales, para los distintos niveles de enseñanza prebásica, básica y media. De ellos el 74% se encuentran en la comuna de Iquique, y el restante 36% en Alto Hospicio equivalentes a un total de 46 establecimientos. Respecto a la dependencia del establecimiento la mayoría corresponden a particulares subvencionados igual a 73% (129 establecimientos) y solo el 10% equivalen a particulares los que se concentran solo en la comuna de Iquique. El restante 14% de los establecimientos son municipales donde en Iquique considera 1 establecimiento de administración delegada 3.166 y en Alto Hospicio corresponden a un total de solo 3 establecimiento a cargo del DAEM de la Municipalidad. Por su parte, en Alto Hospicio no existen establecimientos educacionales particulares pagados no subvencionados. Dicha oferta educativa tanto en cantidad como en nivel de dependencia, asociado a la matrícula de cada establecimiento y el costo de la matrícula/ arancel, es directamente proporcional al peso demográfico de cada comuna y a la estratificación socioeconómica expuesta en los puntos precedentes.

Tabla 2-17: Oferta Establecimientos Educacionales Iquique- Alto Hospicio

COMUNA	DEPENDENCIA ADMINISTRATIVA				Total general	
	MUNICIPAL	PARTICULAR		N°		
		SUBVENCIONADO	NO SUBVENCIONADO			
ALTO HOSPICIO	3	43		46	26%	
IQUIQUE	26	86	18	130	74%	
Total general	25	129	18	176		
%	14%	73%	10%			

Fuente: Elaborado a partir de la base de datos Escuelas, del GORE, DILPLAD, 2018.

A dicha centralidad de establecimiento se suma la concentración de la matrícula la que es directamente proporcional al peso demográfico de cada comuna, con marcada condición habitacional de la comuna de Alto Hospicio dada la concentrada oferta de matrículas en nivel básica y media para la población residente. Esto es de un total de matrículas de enseñanza básica y media de 57.700 alumnos, el 56% se registra en Iquique (32.427 alumnos), y el restante 44% en Alto Hospicio, equivalentes a 25.272 alumnos.

En síntesis, según contexto intercomunal en Alto Hospicio en un menor número de establecimientos solo de dependencia municipal y particular subvencionado, se absorbe un mayor número de matrículas en enseñanza básica y media, según demanda de familias residentes, infiriendo que en dichos niveles no hay desplazamientos significativos por motivo de este tipo de enseñanza de niños y jóvenes menores de 18 años a Iquique. Cabe considerar que además Iquique concentra toda la matrícula del nivel superior de educación cercana a 16.700 estudiantes.

Respecto a la distribución de los equipamientos de salud, conforme a la base de SII 2017 de destinos, en ambas ciudades existe la misma proporción de predios y metros cuadrados destinados a salud, sin embargo, el avalúo de aquellos emplazados en Iquique es tres veces mayor a los de Alto Hospicio.

Tabla 2-18: Equipamientos Salud – Comuna de Iquique

Ciudad	Equip. Salud					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Iquique	42	0,05%	118.326	3,76%	82.566	0,16%
TOTAL	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Tabla 2-19: Equipamientos Salud – Comuna de Alto Hospicio

Ciudad	Equip. Salud					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Alto Hospicio	5	0,02%	1.956	0,62%	48.198	0,14%
TOTAL	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Dicha oferta de equipamientos absorbe un total de 1.423.580 atenciones médicas en la intercomuna, de las cuales sobre 1.000.000 corresponden a la comuna de Iquique (75%) y las restantes 353.662 atenciones médicas al año corresponde a la población de Alto Hospicio. Ello según escenarios base del 2017 para la actualización del STU de SECTRA que estimó los viajes o flujos con motivo de salud, para cubrir dichas atenciones.

La distribución espacial de los equipamientos se integra en anexo planimétrico según categoría de usos de suelo y clasificación de equipamiento esencial.

Respecto a la distribución de los equipamientos de seguridad, se observa que éstos se localizan en el borde costero del sector Centro Histórico y Península de Cavancha en el caso de Iquique; y en el caso de Alto Hospicio en torno a la calle 1. En líneas generales, se observa que en ambas ciudades existe la misma proporción en términos de predios y avalúo asociado a seguridad, sin embargo, la superficie de aquellos emplazados en Alto Hospicio supera con creces a la de Iquique.

Tabla 2-20: Equipamientos Seguridad – Comuna de Iquique

Ciudad	Equip. Seguridad					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Iquique	23	0,03%	102.516	3,26%	187.489	0,35%
TOTAL	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

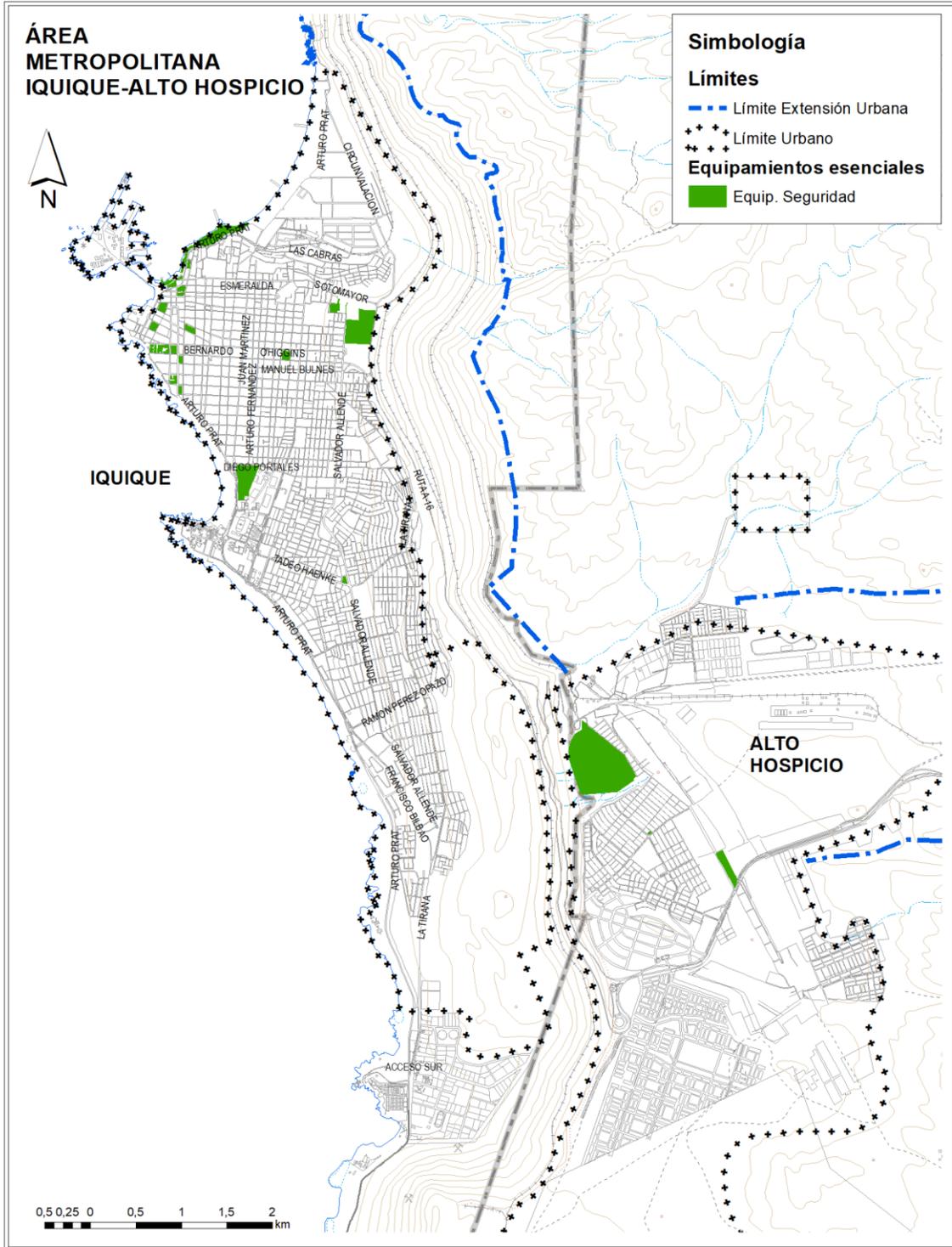
Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Tabla 2-21: Equipamientos Seguridad – Comuna de Alto Hospicio

Ciudad	Equip. Seguridad					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Alto Hospicio	4	0,01%	9.765	3,08%	852.233	2,48%
TOTAL	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Ilustración 2-9 Distribución de equipamiento seguridad Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Finalmente, respecto a la distribución de los equipamientos de servicios, se observa que éstos se localizan mayormente en todo el borde costero, sector Norte, Centro Histórico, Península de Cavancha y Bajo Molle en el caso de Iquique; y en el caso de Alto Hospicio en torno a la Ruta 16 y Av. Teniente Hernán Merino Correa. En líneas generales, se observa que en ambas ciudades existe una proporción semejante en términos de avalúo asociado a servicios, sin embargo, la superficie de aquellos emplazados en Alto Hospicio supera con creces a la de Iquique; y la proporción de predios de servicios es mucho mayor en el caso de Iquique.

Tabla 2-22: Equipamientos Servicios – Comuna de Iquique

Ciudad	Equip. Servicios					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Iquique	1347	1,75%	931.993	29,62%	230.867	0,44%
TOTAL	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Tabla 2-23: Equipamientos Servicios– Comuna de Alto Hospicio

Ciudad	Equip. Servicios					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Alto Hospicio	43	0,16%	71.917	22,67%	1.422.520	4,14%
TOTAL	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Según superficie edificada, en la intercomuna se contabiliza un total de 365.982 m2 de las cuales existe una fuerte concentración en la comuna de Iquique con un 95% del total igual a 349.343 m2, respecto solo al 5% de dicha superficie edificada para dicho destino en Alto Hospicio que alcanza a un total de solo 16.639 m2. Dicho escenario es drásticamente distinto al destino según predios, dado que existe registro de predios enrolados con dichos destinos que no se encuentran edificados para estos fines, previendo un incremento de mayor oferta en el futuro, según la distribución de superficie de terrenos. Por su parte, los servicios sin duda representan un tipo de uso que genera desplazamiento o viaje con destino a Iquique, dada la diferencia entre tamaño de población y oferta de equipamientos con superficies edificadas para otorgar servicios.

2. Infraestructura de transporte: en este apartado se consideran aquellas redes de infraestructura cuyo funcionamiento es vital al momento de dar respuesta a la ocurrencia de un desastre y posterior emergencia, y que de resultar afectados parcial o totalmente podrían incrementar la vulnerabilidad de la población de las ciudades en estudio. Estas son:
 - a. Vialidad y carreteras
 - b. Ferrocarriles.
 - c. Recintos portuarios

En el caso de la **vialidad y carreteras**, se tiene que el acceso al conurbado Iquique-Alto Hospicio se realiza principalmente a través de las rutas nacionales 1 y 16, y la ruta regional A-616.

Ilustración 2-10: Principales accesos a Iquique y Alto Hospicio



Fuente: Plan Nacional de Censos, MOP (2018)

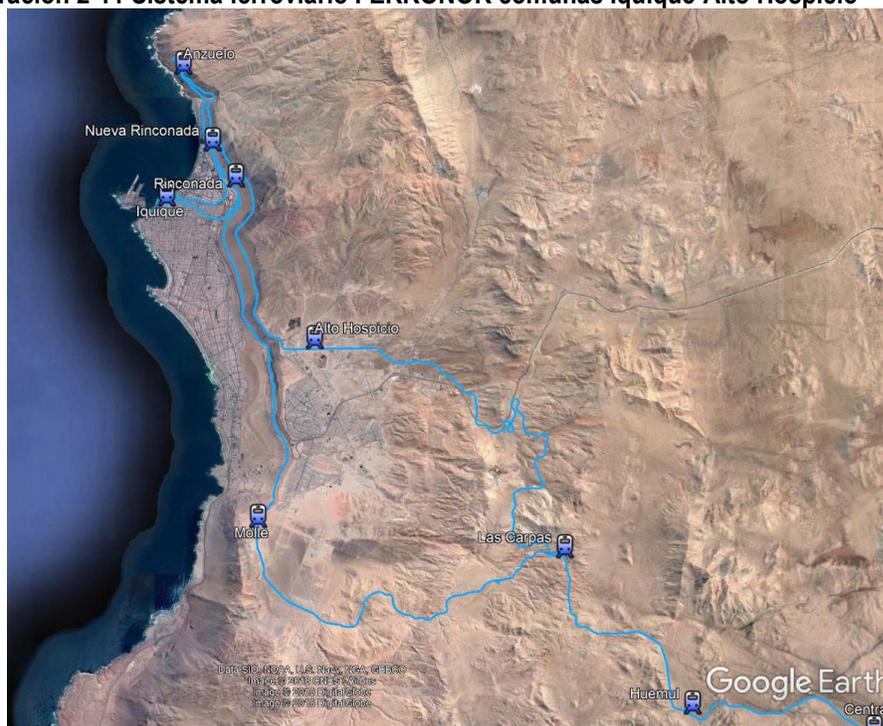
Como se puede apreciar en la ilustración anterior, actualmente solo existe una vía que conecta Iquique con Alto Hospicio (Ruta 16), lo que deriva en una alta vulnerabilidad de la población que reside en ambos sectores ante la ocurrencia de un desastre que viene dada por la alta probabilidad de quedar incomunicados tanto del borde costero, en el caso de Alto Hospicio, como de la región interior y Ruta 5 en el caso de Iquique.

La **infraestructura ferroviaria** en la Región de Tarapacá por su parte está conformada por un sistema ferroviario compuesto por una línea troncal y un ramal propiedad de FERRONOR. La línea troncal se extiende desde La Calera (V Región) hasta Iquique (I Región), es de trocha métrica y tiene una extensión de 1.800 km entre ambas estaciones. Este troncal posee conexión directa con el Ferrocarril de Antofagasta a Bolivia en las estaciones Palestina y Baquedano, así como con el ferrocarril de la zona centro sur (EFE) en la estación La Calera. El ramal, por su parte, corresponde al Ramal Central – Conexión con Pozo Almonte, y tiene una distancia de 71 km.

Finalmente, importa destacar que la principal estación presente en la región de interés corresponde a El Colorado, la cual tiene acceso al puerto mediante una vía de 4 km; sin embargo, en las comunas que conforman

la conurbación estudiada, se identifican de igual forma las estaciones Anzuelo, Nueva Rinconada, Rinconada, Alto Hospicio, Molle y Las Carpas.

Ilustración 2-11 Sistema ferroviario FERRONOR comunas Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Red. Extraído de: <http://www.ferronor.cl/red.html>

Por último, en términos **portuarios**, se tiene que los terminales asociados a las comunas de Iquique y Alto Hospicio por extensión, corresponden principalmente al puerto de Iquique seguido por los puertos mineros-graneleros de Patillos y Patache. Sobre este aspecto, sin embargo, se ahonda posteriormente en la sección relativa a la Dimensión Económica.

c) Movilidad y desplazamiento de evacuación

La condición de respuesta de la población frente a eventos de evacuación es un factor que incide en las condiciones de vulnerabilidad, ante lo cual se determina que la existencia de conectividad y acceso a las zonas de seguridad puede ser un elemento que condiciona el diseño urbano y la planificación desde la perspectiva de la vulnerabilidad.

Se entiende que las condiciones de evacuación responden al modo caminata, el cual puede presentar diversas condiciones de contexto dependiendo principalmente de dos factores de impedancia, el primer lugar la capacidad física que son determinantes en las velocidades de desplazamiento, los que varían en condiciones normales en relación con los grupos etáreos, tal como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 2-24: Velocidades de desplazamiento modo caminata por grupo etareo¹⁰.

Segmento	Velocidad (Metros/seg)	Minutos	Segundos	Distancia (m)	Cuadras
Considera Niño <=12 años	1,2	5	300	360	3
		10	600	720	6
		15	900	1080	9
Considera segmento joven >=12 < 25 años	1,31	5	300	393	3
		10	600	786	7
		15	900	1179	10
Adulto >=25 <60	1,28	5	300	384	3
		10	600	768	6
		15	900	1152	10
Considera Adulto mayor >=60 años	1	5	300	300	3
		10	600	600	5
		15	900	900	8

Nota: Se considera como parámetro una cuadra como la distancia equivalente a 120 m medidos desde la intersección geométrica de ejes de calles.

Para la definición de las cuencas de accesibilidad, se utilizará como criterio de desplazamiento la aplicación de curvas de tiempo de desplazamiento (isocronas) a partir del uso topológico de la red vial existente en las áreas expuestas a amenaza, considerando como velocidad de desplazamiento 1,28 m/seg. equivalente a la velocidad de desplazamiento del rango 25 – 60 años.

Dicho rango de movilidad se asigna a arcos de la red, para identificar la red más estratégica según la que conduce mayor cantidad de flujos, y por ende es la vital para sostener los desplazamientos para los diferentes propósitos de viaje.

Para representar los desplazamientos en el presente análisis de vulnerabilidad, se contabilizan las actividades que realizan las personas en un cálculo probabilísticos de escenarios según lo expuesto en la intensidad de uso, pero considerando solo las actividades que desarrollan las personas mas vulnerables esto es los adultos mayores (mas de 65 años de edad) y la población infanto juvenil es decir los menores de 14 años. De esta manera se están representando las actividades según los desplazamientos que realizan la población mas vulnerable para el cálculo de escenarios ante la mayor o menor probabilidad de ocurrencia de una catástrofe, según el comportamiento de dichos desplazamientos según flujos durante el día.

En consecuencia complementan este criterio de actividades que desarrollan las personas según los desplazamientos, factores que incrementan la vulnerabilidad por intensidad de usos y que guardan relación con la condición etárea, y la representación de la dinámica de actividades urbanas que desarrollan las personas, según los diferentes destinos de viajes a distintas horas del día.

Los resultados se visualizan en las cartografías integradas en el Anexo planimétrico al presente informe, mientras que la primera simboliza las manzanas que capturan los viajes para los diferentes destinos considerando los segmentos de grupos jóvenes y adulto mayor como los de mayor vulnerabilidad, la segunda ilustración contabiliza la totalidad de flujos por los diferentes arcos que conforma la red vial interurbana.

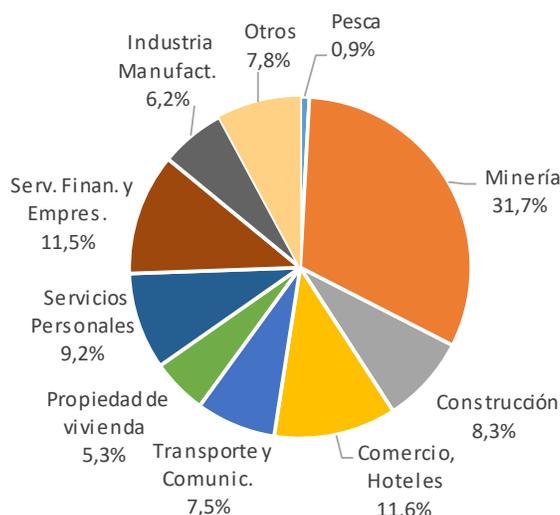
¹⁰ Fredy Alberto Guío Burgos*, Juan Carlos Poveda D'Otero, Variables microscópicas en la velocidad de caminata Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

2.2.4 Dimensión Económica

Se presenta en este punto los antecedentes que identifican las principales actividades económicas y sectores productivos del sistema urbano Iquique- Alto Hospicio.

La principal actividad económica de la Región de Tarapacá ha sido tradicionalmente la industria pesquera, sobre todo la producción de harina de pescado con la extracción de la anchoveta y el jurel, actividad iniciada en la década de 1950. Aún hoy representa un porcentaje del Producto Interno Bruto regional; sin embargo, en las últimas décadas irrumpió en forma muy importante la minería metálica, representando un aporte del 31,7% al PIB. Ello se complementa con una importante actividad portuaria y mercantil (11,5%), con la ZOFRI como un actor económico de importancia; y el desarrollo del turismo (11,6%) tanto de playas, como aquel asociado a aspectos históricos y a los oasis y quebradas precordilleranas.

Gráfico 2-10: Distribución del PIB Nominal Región de Tarapacá 2015



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Chile.

Debido a los buenos precios de los metales entre 2008 y 2010, la importancia del sector minero llegó a superar el 50%, algo que se revirtió en los años 2012 a 2014 debido a la fuerte baja en el precio internacional de los metales, aunque en los últimos años ha mostrado cierta recuperación. La industria manufacturera es otro de los rubros que ha mostrado un retroceso en la importancia regional. Su actividad se concentra principalmente en los astilleros, maestranzas, fábricas de repuestos e implementos de pesca, que sirven a la industria y flota pesquera.

A continuación, se revisan y analizan las principales actividades económicas y sectores productivos del sistema urbano Iquique-Alto Hospicio:

a) Industrial – pesquero

La actividad pesquera en Iquique en el año 2015 tiene una participación no menor en la producción nacional. Las producciones de harina y aceite de pescado representan el 50% y el 60% del total nacional, convirtiendo a Iquique en el mayor puerto pesquero de Chile, desembarcando el 35% del total de la pesca del país. En las costas de la región operan más de 170 barcos pesqueros, cuya extracción genera aceite y harina de pescado en un 95%, siendo destinado el 5% restante a conservas, congelados y otros.

En cuanto a la pesca artesanal, en la comuna de Iquique existe registro de 10 caletas pesqueras oficiales en funcionamiento decretadas por la Subsecretaría de Marina, organismo dependiente del Ministerio de Defensa

Nacional, a través del D.S. (M) 240 del 03 de agosto de 1998 y del D.S N° 337 del 15 noviembre de 2004, que lo modifica, las cuales se distribuyen a lo largo de gran parte de la franja costera de la comuna.

Tabla 2-25: Caletas Oficiales en comuna de Iquique

Provincia	Comuna	Caletas
Iquique	Iquique	Pisagua
		Riquelme
		Cavancha
		Los Verdes
		Chanavayita
		Chanavaya (Pabellón de Pica)
		Río Seco
		San Marcos
		Chipana
		Caramucho*

Fuente: Nómima oficial de caletas de pescadores artesanales según D.S. (M) 240 del 03 de agosto de 1998 y D.S N° 337 del 15 noviembre de 2004*, que lo modifica

Ilustración 2-12: Ubicación de las principales Caletas pesqueras de Iquique



Fuente: Elaboración propia en base a Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), 2013

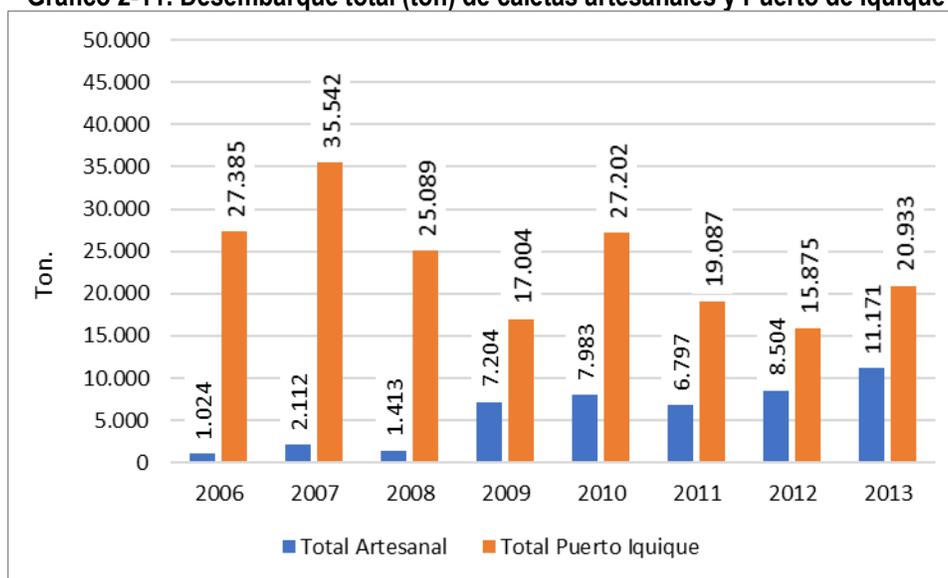
No existen publicadas en la página web de SERNAPESCA estadísticas de desembarque artesanal con posterioridad al año 2013. Sin embargo, en las estadísticas desde el año 2006 hasta 2013, se registra un aumento del desembarque pesquero artesanal para el total de 11 caletas principales, respecto a las fluctuaciones del desembarque en el Puerto de Iquique según se aprecia en la siguiente gráfica.

Tabla 2-26: Desembarque pesquero artesanal en Iquique (Ton.)

Caleta	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Riquelme	282,5	180,0	201,9	388,7	502,3	380,3	811,0	1.294,9
Cavancha	180,5	216,4	270,3	225,3	211,4	307,1	267,0	190,9
Playa Blanca	0,0	1,0	5,0	408,9	795,2	750,9	151,0	163,9
Los Verdes	40,9	13,0	0,2	256,0	344,8	380,8	882,5	1.151,7
Caramucho	81,1	1.286,0	259,4	1.013,7	930,0	927,3	765,9	1.174,0
Chanavayita	8,0	39,3	15,9	453,0	757,4	115,8	1.457,5	875,4
Cáñamo	0,0	1,0	2,0	229,5	276,3	181,9	216,7	527,9
Chanavaya	160,3	96,1	307,5	424,7	409,3	247,7	314,2	443,4
Río Seco	128,7	63,4	75,6	1.083,1	1.160,8	648,6	1.110,5	1.426,2
San Marcos	47,0	63,6	84,9	1.165,7	911,9	1.082,5	1.324,4	2.210,4
Chipana	94,7	151,6	188,1	1.049,8	1.322,4	1.364,2	1.173,1	1.187,2
Puerto de Iquique	27.385,1	35.542,1	25.089,2	17.004,2	27.202,0	19.087,0	15.875,2	20.932,8
Otros (Los Lobos, Patache, Pozo Tollo, Yape)	0,0	1,0	2,0	505,3	361,5	410,2	30,6	525,0
TOTAL Iquique	28.408,8	37.654,5	26.502,0	24.207,9	35.185,3	25.884,3	24.379,6	32.103,7

Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), 2013

Gráfico 2-11: Desembarque total (ton) de caletas artesanales y Puerto de Iquique



Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), 2013

El total del desembarque artesanal ha sido muy oscilante en el período señalado, sin identificarse una tendencia clara. En cambio, se puede observar como entre 2006 y 2013 existe una tendencia a la recuperación del sector pesquero artesanal en caletas, en desmedro de las cifras de desembarque del Puerto de Iquique. El crecimiento del desembarque artesanal es muy alto, multiplicándose por 10 en 7 años, siendo las caletas de mayor producción las de San Marcos, Río Seco y Riquelme, las cuales producen entre las tres el 44% del total de desembarque artesanal de la comuna.

Respecto a las especies capturadas, existen estadísticas agregadas de pesca artesanal e industrial desde enero a octubre de 2017 para la Región de Tarapacá, que permite observar la importancia de algunas especies y grupos:

Tabla 2-27: Desembarque pesquero en Región de Tarapacá. Enero-Octubre de 2017

Especies	Industrial	Artisanal
Total Algas	-	8.133,7
Total Peces	315.884,4	17.830,7
Total Moluscos	24,6	800,0
Total Crustáceos	387,5	32,5
Total Otros	-	618,6
TOTAL	316.296,5	27.415,5

Fuente: Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA), 2013

De acuerdo a estos datos, la pesca industrial en 2017 habría capturado 11,5 veces lo hecho por la pesca artesanal. En cuanto al tipo de captura, el 99,9% de la pesca industrial y el 65% de la artesanal corresponde a peces. La especie de pez más capturada es la anchoveta, tanto en el sector industrial como en el artesanal, con un 89,0% y 98,5% del total, respectivamente

Finalmente, se consultó la cantidad de pescadores inscritos en cada una de las 11 caletas antes identificadas, obteniendo la siguiente información a partir de la web de SERNAPESCA

Tabla 2-28: Registro de Pescadores artesanales y buzos en caletas de Iquique (2017)

Caleta	Pescadores	Buzos
Riquelme	368	44
Cavanca	94	23
Playa Blanca	9	3
Los Verdes	14	9
Caramucho	32	18
Chanavayita	69	24
Cáñamo	17	3
Chanavaya	13	8
Río Seco	7	9
San Marcos	43	42
Chipana	7	13
Puerto de Iquique	113	11
Otros (Los Lobos, Patache, Pozo Tollo, Yape)	1	0
TOTAL Iquique	787	207

Fuente: http://webmail.semapesca.cl/semapesca/quest/web/cons_rpa.asp

A partir de la tabla previa, destaca la caleta de Riquelme con el mayor número de pescadores artesanales registrados, seguida por el Puerto de Iquique. Hay que consignar que muchos de los inscritos como buzos también lo están como pescadores artesanales (alrededor de un tercio); y de igual forma señalar que las cifras de Población Económicamente Activa dedicada a la pesca en la comuna de Iquique habían mostrado una fuerte disminución en las encuestas de empleo hasta 2013, llegando a sólo 327. Aunque la fuente de los datos es distinta, las cifras actuales de SERNAPESCA parecen mostrar una reversión de esa tendencia negativa.

De igual forma, interesa destacar el rol preponderante que desempeñan tanto la caleta Riquelme como el Puerto de Iquique en términos de volumen de desembarque pesquero y cantidad de pescadores asociados, hecho que debe ser tomado en cuenta al momento de evaluar los efectos que un desastre natural podría generar al sector pesquero de Iquique en términos económicos.

b) Industrial – productivo y minero

Como ya se expuso previamente, la minería contribuye en forma importante al PIB de la Región de Tarapacá, y la comuna de Iquique es receptora de buena parte de sus beneficios. Si bien el impacto del sector minería en la economía regional es relevante, en el territorio comunal no se encuentran grandes yacimientos mineros, por lo que sus efectos en la economía local están referidos al conjunto de actividades complementarias que el sector requiere (transporte, servicios personales, productos elaborados, uso de infraestructura, etc.).

Cabe destacar que buena parte de la industria minera se abastece de servicios en la comuna de Iquique, seguida por la comuna de Alto Hospicio. La oferta laboral en minería impacta al desarrollo inmobiliario en las comunas en estudio, no obstante cerca del 50% de los trabajadores de las principales compañías mineras en la región (Collahuasi y Teck), residen en la conurbación Iquique-Alto Hospicio junto a sus familias, donde existe una oferta de servicios (educación, salud, recreación, etc.) más amplia que en el resto de la región.

En cuanto a las faenas mineras, se tiene que éstas comprenden el conjunto de instalaciones y lugares de trabajo de la industria extractiva minera tales como minas, plantas de beneficio, fundiciones, maestranzas, casas de fuerza, talleres, actividades de embarque en tierra y, en general, la totalidad de las labores de apoyo necesarias para asegurar el funcionamiento de la industria extractiva minera. De 17 faenas de pequeña minería dedicadas a la extracción de cobre soluble, actualmente solo quedan cinco operativas luego de que 12 se vieran en la obligación de paralizar su producción no sólo por la baja del precio del cobre, sino también por la falta de poder de compra en Tarapacá y el alza del costo del flete.

Respecto a las faenas mineras de mayor escala, se identifican 77 instalaciones según lo reportado en el Atlas de Faenas Mineras del SERNAGEOMIN actualizado al 2011. Éstas se concentran en la extracción de mineral no metálico, destacando el cloruro y sulfato de sodio, y pertenecen a las categorías **C** y **D**, significando:

- **Categoría Empresas C:** superior a 30.000 e inferior a 200.000 horas hombre trabajadas en el período respectivo (corresponde al trabajo promedio aproximado sobre 12 trabajadores hasta un máximo de 80 trabajadores durante un año).
- **Categoría Empresas D:** igual o superior a 27.000 horas hombre trabajadas en el período respectivo (corresponde al trabajo promedio igual o menor de 12 trabajadores durante un año).

En este sentido para el año 2016 se identificaron 13 faenas, las que se detallan a continuación:

Tabla 2-29: Faenas Mineras activas en Región de Tarapacá

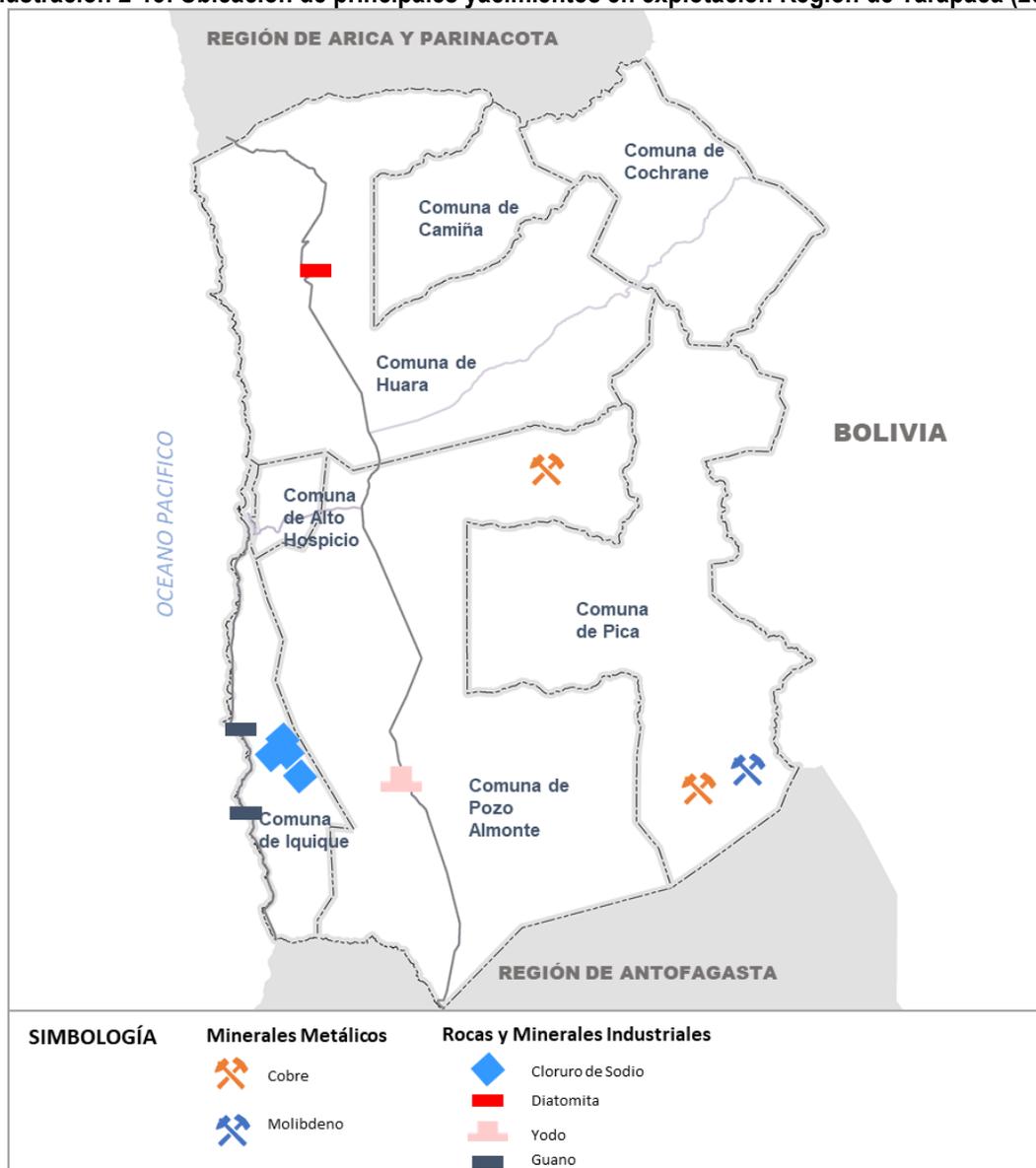
ID	Nombre Empresa	Nombre Yacimiento	Recurso Ppal.	Comuna	UTM Norte	UTM Sur
1	Imerys Minerales Arica Limitada	Josefina	Diatomita	Huara	7.843.500	399.200
2	Cía. Minera Cerro Colorado Ltda	Cerro Colorado	Cobre	P. Almonte	7.783.864	473.196
3	Fernando Carvajal Maldonado	ISA-175-224	Cloruro de Sodio	Iquique	7.690.150	390.950
4	Oscar Pacheco Barahona	Mina Esperanza 1 al 24	Cloruro de Sodio	Iquique	7.689.722	393.319
5	Cía. Minera Punta de Lobos S.A.	Kainita	Cloruro de Sodio	Iquique	7.689.150	394.489
6	Cía. Minera Punta de Lobos S.A.	Lobera	Cloruro de Sodio	Iquique	7.683.466	397.016
7	Cía. Minera Cordillera Chile SCM.	Tenardita	Cobre, Molibdeno	Iquique	7.681.201	531.126
8	Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi S.C.M.	Rosario	Cobre	Iquique	7.678.800	519.900
9	Cía. Mra. Teck Quebrada Blanca S.A.	Quebrada Blanca	Yodo	Iquique	7.681.700	429.500
10	A.C.F. Minera S.A.	Estacamento Salitral Lagunas	Cloruro de Sodio	P. Almonte	7.693.075	392.503
11	Inversiones Alpina Ltda.	Irlanda N°3	Cloruro de Sodio	Pica	7.689.923	391.075
12	Christian Fletcher Ramirez	Cholito 1 al 6	Guano	Pica	7.674.985	378.648
13	Guano Rojo S.A.	Covadera Punta de Lobos	Guano	Iquique	7.698.502	376.378

Fuentes: Anuario de la minería 2016. SERNAGEOMIN.

Al comparar los años 2007 y 2016, en términos de actividad minera, se puede señalar que:

- El principal recurso explotado en la comuna de Iquique en los periodos 2007 – 2016 corresponde al Cloruro de Sodio, con faenas que promedian valores cercanos al 40% del total de las faenas.
- Disminución del número de las faenas asociadas al recurso del cobre, pasando de 7 a 2.
- Aparición, en el año 2016, de nuevas faenas cuyo principal recurso explotado es: Yodo, Guano, Diatomita Cobre, Molibdeno. Por otro lado, se evidencia la desaparición de faenas vinculadas a los recursos: Arena de Silicio y Sulfato de Sodio.

Ilustración 2-13: Ubicación de principales yacimientos en explotación Región de Tarapacá (2016)



Fuentes: Elaborado a partir del Anuario de la minería 2016. SERNAGEOMIN. Nota: La imagen es esquemática y referencial, respecto a la presencia de los principales yacimientos en explotación en la Región de Tarapacá.

Entre los principales yacimientos mineros de la región, destaca el yacimiento de Doña Inés de Collahuasi como la compañía minera más importante en cuanto a sus volúmenes de producción. Su yacimiento se ubica en la zona altiplánica, comuna de Pica, y ha caracterizado sus consumos energéticos para todos los procesos productivos en Mina, Concentradora, Puerto Patache y Lixiviación, incluyendo sus dependencias. Otros yacimientos son Quebrada Blanca, que se ubica al sureste de la ciudad de Iquique, desarrollando un nuevo

proyecto que podría entrar en operación el año 2019, con una serie de cambios al suministro energético; y Cerro Colorado, ubicado al poniente de la localidad de Mamiña, que actualmente está explotando las Fases 5, 6, 7 y 8, restando por explotar desde las Fases 9 hasta la 11. Si bien todos estos yacimientos no están en la comuna de Iquique o Alto Hospicio, demandan provisión de insumos y servicios de empresas relacionadas con la actividad minera.

En la economía regional, el sector minero tiende a consolidarse gracias a las inversiones realizadas en el ámbito de la minería extractiva de minerales metálicos y no metálicos. La producción minera metálica ha transformado al cobre y al molibdeno en importantes productos dentro del quehacer regional, así como la minería no metálica presenta altos indicadores, destacando la producción de yodo, guano rojo y cloruro de sodio.

Como se puede observar en la evolución de la producción de la minería, a principios de siglo era mayoritariamente de carácter no metálico, con sobre el 80% de la producción en cloruro de sodio. La situación cambia para finales del 2010, donde las proporciones entre minería metálica y minería no metálica bordean el 47% y 53%, respectivamente. Hay que señalar que, dentro de la producción minera metálica, destaca el cobre presentando un crecimiento sobre el 90%.

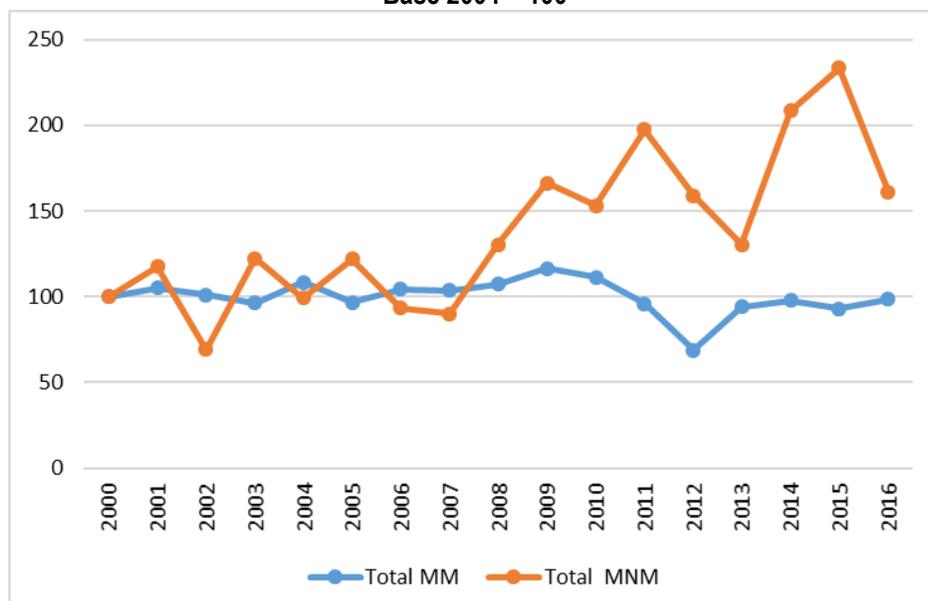
Tabla 2-30: Estadísticas de Producción Minera Metálica y No Metálica, Región de Tarapacá (Ton).

Año	Metálica			No Metálica						Total	
	Cobre	Molibdeno	Total MM	Cloruro de Sodio	Diatomita	Nitratos	Rocas fosfóricas	Guano Rojo	Yodo		Total MNM
2000	628.447		628.447	5.082.911	11.838				4.450	5.099.199	5.727.646
2001	660.666		660.666	5.989.416	10.062				5.186	6.004.664	6.665.330
2002	635.743		635.743	3.502.613	13.701				7.200	3.523.514	4.159.257
2003	606.304		606.304	6.213.473	9.780				7.373	6.230.626	6.836.930
2004	680.334		680.334	4.938.928	14.961	94.587			8.118	5.056.594	5.736.928
2005	608.377	339	608.716	6.067.583	9.891	131.180			9.047	6.217.701	6.826.417
2006	653.468	3.362	656.830	4.580.471	11.813	157.099			10.943	4.760.326	5.417.156
2007	647.890	4.039	651.929	4.403.743	15.268	167.176	1.649		9.975	4.597.811	5.249.740
2008	671.159	2.425	673.584	6.431.029	15.910	193.078	1.266	2.892	10.340	6.654.515	7.328.099
2009	730.739	2.541	733.280	8.382.215	14.882	65.364		1.649	11.343	8.475.453	9.208.733
2010	694.866	4.489	699.355	7.694.879	20.311	76.537	845	845	10.469	7.803.886	8.503.241
2011	595.891	6.660	602.551	9.966.038	16.847	78.679	2.915	1.625	11.005	10.077.109	10.679.660
2012	431.054	1.920	432.974	8.057.130	16.847	15.363	2.892	1.266	11.397	8.104.895	8.537.869
2013	587.881	2.968	590.849	6.576.960	20.935	31.363	1.625	2.915	11.927	6.645.725	7.236.574
2014	607.983	6.122	614.105	10.553.440	23.440	30.266	2.717	2.717	11.615	10.624.195	11.238.300
2015	579.596	5.182	584.778	11.831.116	21.452	27.541	3.408	3.408	13.548	11.900.473	12.485.251
2016	614.859	3.710	618.569	8.139.914	22.526	33.702	4.601	4.601	13.527	8.218.871	8.837.440

Fuente: Anuario de la minería 2016. SERNAGEOMIN.

En volumen, la minería no metálica representaba el 93% del total extraído en 2016, aunque esa proporción no corresponde en valor de la producción. En cuanto a su evolución temporal, destaca el crecimiento del volumen de la minería no metálica (sobre el 50% en 16 años, mientras que la minería metálica se ha mantenido relativamente estable. El siguiente es un gráfico de crecimiento de ambos tipos de minería, con base 100 para el año 2004:

**Gráfico 2-12: Crecimiento de la Producción Minera Metálica y No Metálica Región de Tarapacá
Base 2004 = 100**



Fuente: Anuario de la minería 2016. SERNAGEOMIN.

En términos de la actividad industrial desarrollada en las comunas de Iquique y Alto Hospicio, el Servicio de Impuestos Internos (SII) dispone de una base de datos con todas las empresas contribuyentes, es decir, que hayan iniciado actividades como tales y no hayan puesto término al giro. Normalmente aparece un gran número de empresas en relación con lo que se espera, lo que queda de manifiesto sobre todo en comunas pequeñas, porque, aunque se encuentren todas registradas en el SII, algunas en la práctica no funcionan como lo que comúnmente se entienden como tales. Por lo tanto, en los análisis comunales de Iquique y Alto Hospicio, más que el número absoluto, interesa su distribución.

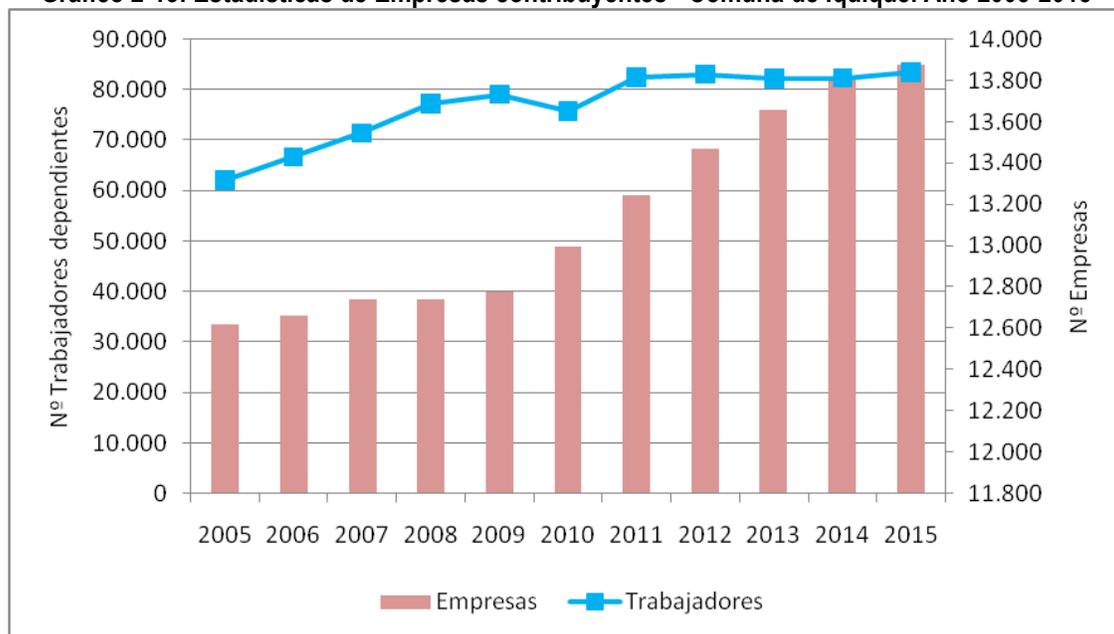
A continuación, se muestran el número de empresas, ventas y cantidad de trabajadores dependientes informados para ambas comunas, entre 2005 y 2015.

Tabla 2-31: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Iquique. Año 2005-2015

Año	Nº Empresas	Ventas (UF)	Nº de Trabajadores Dependientes	Renta Neta Informada de Trabajadores Dependientes (UF)
2005	12.622	112.793.065,1	62.012	5.566.064,9
2006	12.660	133.175.550,5	66.651	5.967.202,5
2007	12.740	138.305.392,5	71.412	6.351.109,8
2008	12.739	185.242.823,8	77.169	6.720.965,4
2009	12.781	150.704.720,9	79.070	7.265.455,7
2010	12.995	170.551.035,6	75.803	7.675.059,5
2011	13.249	175.828.375,0	82.512	8.679.841,0
2012	13.472	179.953.986,2	83.100	9.165.310,4
2013	13.662	186.543.290,1	82.265	9.224.509,7
2014	13.812	187.376.927,7	82.361	9.681.828,7
2015	13.876	182.873.206,0	83.500	10.217.729,8
Variación 2005-2015	9,95%	62,12%	34,65%	83,57%

Fuente: Elaboración propia en base a SII (2018)

Gráfico 2-13: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Iquique. Año 2005-2015



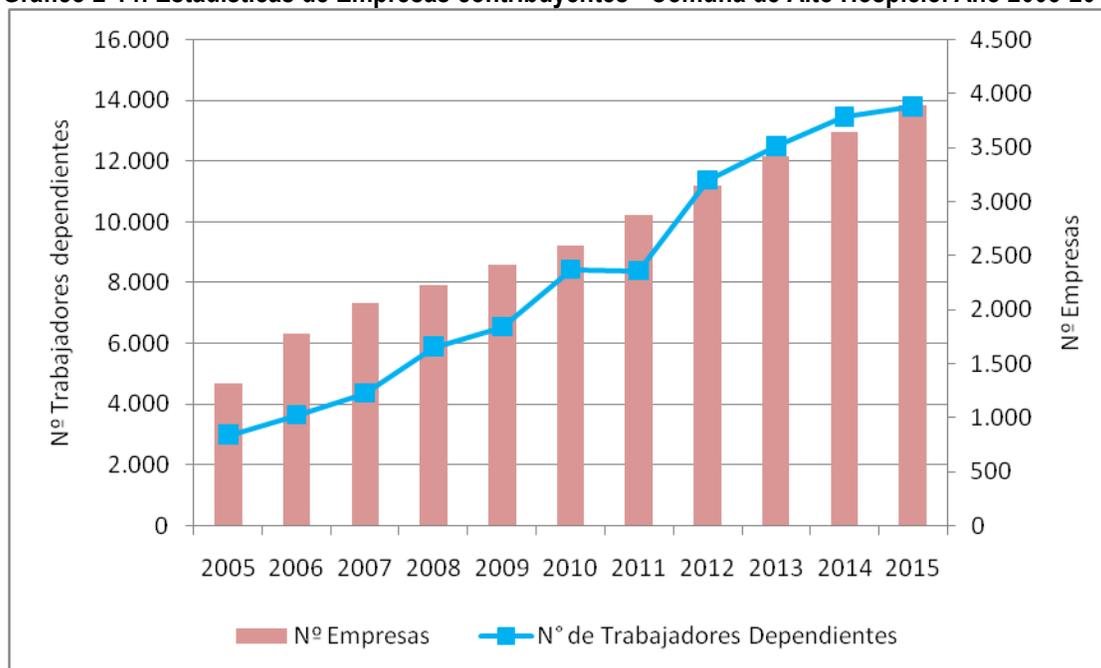
Fuente: Elaboración propia en base a SII (2018)

Tabla 2-32: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Alto Hospicio. Año 2005-2015

Año	Nº Empresas	Ventas (UF)	Nº de Trabajadores Dependientes	Renta Neta Informada de Trabajadores Dependientes (UF)
2005	1.323	2.598.894,1	2.981	216.069,9
2006	1.779	2.818.076,1	3.650	291.905,8
2007	2.068	3.852.547,3	4.352	359.043,4
2008	2.231	6.676.773,3	5.885	433.513,3
2009	2.427	56.828.147,4	6.541	560.565,5
2010	2.598	10.014.095,8	8.430	805.288,8
2011	2.887	8.636.842,1	8.386	720.984,6
2012	3.149	11.143.355,4	11.371	1.132.432,6
2013	3.422	12.916.558,6	12.485	1.317.799,3
2014	3.655	13.227.756,6	13.452	1.432.986,9
2015	3.900	15.112.075,5	13.798	1.552.184,6
Variación 2005-2015	194,78%	481,48%	362,86%	618,37%

Fuente: SII (2018)

Gráfico 2-14: Estadísticas de Empresas contribuyentes - Comuna de Alto Hospicio. Año 2005-2015



Fuente: Elaboración propia en base a SII (2018)

Ahora bien, para comprender mejor la composición de las empresas antes referidas, se procede a revisar su distribución según la actividad económica que declaran desarrollar, para el año 2015.

Tabla 2-33: Estadísticas de Empresas contribuyentes por rubro - Comuna de Iquique. Año 2015.

Actividad Económica	Nº Empresas	%	Ventas (UF)	%	Nº Trabajadores Dependientes Informados	%
A - AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	110	0,8	787.194,2	0,4	575	0,7
B - PESCA	53	0,4	348.203,8	0,2	786	0,9
C - EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	80	0,6	9.571.619,7	5,2	1.847	2,2
D - INDUSTRIAS MANUFACTURERAS NO METALICAS	665	4,8	4.575.420,5	2,5	2.942	3,5
E - INDUSTRIAS MANUFACTURERAS METALICAS	433	3,1	4.186.247,8	2,3	3.819	4,6
F - SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	17	0,1	2.692.778,8	1,5	273	0,3
G - CONSTRUCCION	1.260	9,1	12.779.321,9	7,0	19.182	23,0
H - COMERCIO AL POR MAYOR Y MENOR, REP. VEH.AUTOMOTORES/ENSERES DOMESTICOS	5.965	43,0	123.418.092,2	67,5	22.061	26,4
I - HOTELES Y RESTAURANTES	1.012	7,3	2.264.000,2	1,2	4.233	5,1
J - TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	1.517	10,9	7.652.635,9	4,2	7.108	8,5
K - INTERMEDIACION FINANCIERA	185	1,3	1.718.205,7	0,9	210	0,3
L - ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	1.353	9,8	6.174.585,5	3,4	5.828	7,0
M - ADM. PUBLICA Y DEFENSA, PLANES DE SEG. SOCIAL AFILIACION OBLIGATORIA	6	0,0	0,0	0,0	814	1,0
N - ENSEÑANZA	179	1,3	3.293.719,4	1,8	5.528	6,6
O - SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	332	2,4	1.522.614,7	0,8	3.880	4,6
P - OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIAS, SOCIALES Y PERSONALES	676	4,9	1.887.164,2	1,0	4.115	4,9
Q - CONSEJO DE ADMINISTRACION DE EDIFICIOS Y CONDOMINIOS	18	0,1	0,0	0,0	297	0,4
R - ORGANIZACIONES Y ORGANOS EXTRATERRITORIALES	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0
SIN INFORMACION	15	0,1	0,0	0,0	2	0,0
TOTAL	13.876	100,0	182.871.804	100,0	83.500	100,0

Fuente: SII (2018)

Tabla 2-34: Estadísticas de Empresas contribuyentes por rubro - Comuna de Alto Hospicio. Año 2015.

Actividad Económica	Nº Empresas	%	Ventas (UF)	%	Nº Trabajadores Dependientes Informados	%
A - AGRICULTURA, GANADERIA, CAZA Y SILVICULTURA	40,0	1,0	75.639,8	0,5	50,0	0,4
B - PESCA	4,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
C - EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS	34,0	0,9	825.230,7	5,5	679,0	4,9
D - INDUSTRIAS MANUFACTURERAS NO METALICAS	211,0	5,4	637.846,6	4,2	552,0	4,0
E - INDUSTRIAS MANUFACTURERAS METALICAS	173,0	4,4	1.342.643,1	8,9	1.837,0	13,3
F - SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	8,0	0,2	0,0	0,0	32,0	0,2
G - CONSTRUCCION	361,0	9,3	2.612.044,2	17,4	4.344,0	31,5
H - COMERCIO AL POR MAYOR Y MENOR, REP. VEH.AUTOMOTORES/ENSERES DOMESTICOS	1.773,0	45,5	6.973.252,9	46,3	1.565,0	11,3
I - HOTELES Y RESTAURANTES	191,0	4,9	127.153,0	0,8	147,0	1,1
J - TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	717,0	18,4	1.431.288,0	9,5	965,0	7,0
K - INTERMEDIACION FINANCIERA	7,0	0,2	0,0	0,0	4,0	0,0
L - ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	151,0	3,9	265.394,0	1,8	815,0	5,9
M - ADM. PUBLICA Y DEFENSA, PLANES DE SEG. SOCIAL AFILIACION OBLIGATORIA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N - ENSEÑANZA	34,0	0,9	694.362,8	4,6	2.602,0	18,9
O - SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	14,0	0,4	9.368,0	0,1	17,0	0,1
P - OTRAS ACTIVIDADES DE SERVICIOS COMUNITARIAS, SOCIALES Y PERSONALES	174,0	4,5	58.843,3	0,4	149,0	1,1
Q - CONSEJO DE ADMINISTRACION DE EDIFICIOS Y CONDOMINIOS	3,0	0,1	0,0	0,0	40,0	0,3
R - ORGANIZACIONES Y ORGANOS EXTRATERRITORIALES	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SIN INFORMACION	5,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	3.900	100,0	15.053.066	100,0	13.798	100,0

Fuente: SII (2018)

A partir del análisis comparado de los resultados presentados en las tablas previas, queda evidenciado un crecimiento progresivo y constante en la cantidad de empresas existente en ambas comunas, entre los años 2005 y 2015. Sin embargo, la tasa de dicho crecimiento en el caso de Alto Hospicio (195%) supera casi en un 200% a la apreciada para el caso de Iquique (10%). En términos de ventas, número de trabajadores dependientes y renta neta, las diferencias en crecimiento entre ambas comunas se mantienen, así como la distribución de este; esto último referido al hecho de que la renta neta es la que presenta mayor crecimiento, seguida por las ventas y el número de trabajadores.

Ahora bien, al revisar los distintos rubros a los que pertenecen las empresas en cuestión, guardan particular interés la cantidad de empresas y representatividad de aquellas asociadas al rubro minero e industrial por ser el foco de la presente sección. En ese sentido se observa que el conjunto de empresas compuesto por aquellas asociadas a la explotación de minas y canteras, industrias manufactureras no metálicas y metálicas, corresponde al 8,5% del total de empresas (5to puesto), y al 10% del total de ventas y trabajadores (2do y 3er puestos respectivamente); con lo cual su afectación por parte de un desastre natural tendría un impacto considerable en el sector industrial de Iquique y Alto Hospicio en términos económicos.

De acuerdo con la información de manzanas provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), actualizada al primer trimestre de 2017, la única zona donde se desarrolla actividad minera dentro del área urbana el área urbana de las ciudades de Iquique y Alto Hospicio se encuentra emplazado en el límite entre el sector Tres Islas – Playa Blanca y Lobito – Los Verdes, al sur del desarrollo residencial Altos de Playa Blanca. Esta corresponde a la manzana 2345, en donde se identifica un único predio con superficie de 5000 m², asociada a dicho destino.

Con relación a la actividad industrial, se observa que la misma tiene presencia en los sectores Norte, Bajo Molle y Playa Blanca en el caso de Iquique; y en Pampa del Molle y en torno a la Ruta 16 y Av. Teniente Hernán Merino Correa en el caso de Alto Hospicio. A continuación, se ahonda en aquellos sectores en donde existe una mayor concentración de predios industriales para ambos centros urbanos.

En Iquique, los sectores de mayor concentración de actividad industrial corresponden al sector Norte y Bajo Molle, con un promedio de 11 a 15 predios por manzana. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifica un total de 157 predios, los cuales abarcan una superficie de 3.120.451 m² y alcanzan un avalúo de 477.352 MM\$.

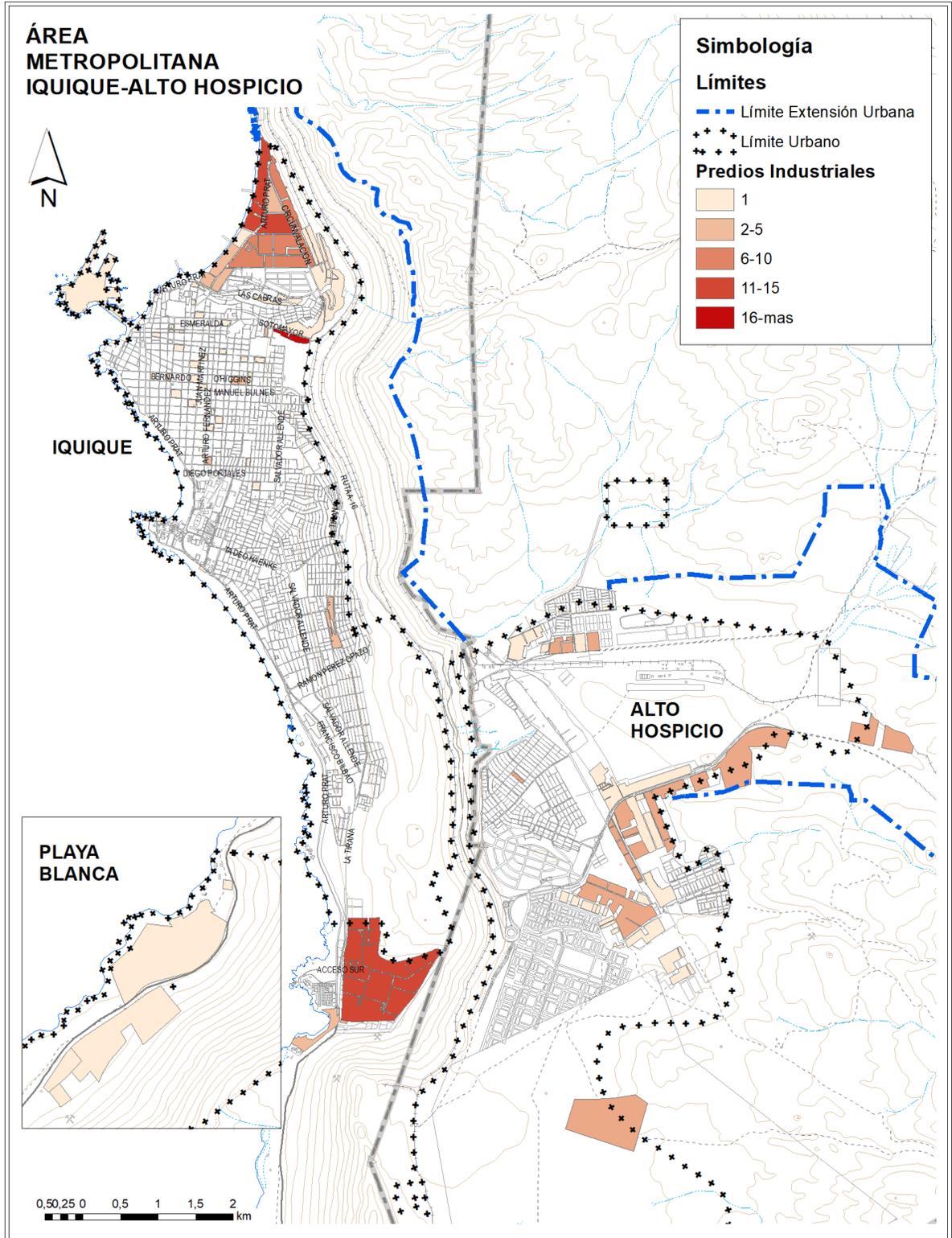
En Alto Hospicio, los sectores de mayor intensidad industrial corresponden al sector Pampa del Molle y entorno inmediato de Av. Teniente Hernán Merino Correa, con un promedio de 3 y 4 predios por manzana, densidad considerablemente inferior al promedio de predios de las zonas de mayor concentración industrial de Iquique. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 51 predios, los cuales abarcan una superficie de 277.097 m² y alcanzan un avalúo de 73.817 MM\$.

Tabla 2-35: Predios industriales en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio

Destino industrial	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	157	0,20%	477.352	15,17%	3.120.451	5,9%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%
Destino industrial	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	51	0,19%	73.817	23,27%	277.097	0,81%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Ilustración 2-14 Concentración de predios industriales Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

c) Transporte Portuario

De acuerdo con la información de superficies según destinos provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), actualizada al primer trimestre de 2017, el sector relacionado al ámbito portuario en la ciudad de Iquique se compone por los predios que conforman el Puerto de Iquique y donde se emplaza la Gobernación Marítima de Iquique. De igual forma se incluyen todos aquellos predios cuyo destino corresponde a bodegaje y almacenaje, y a transporte y telecomunicaciones, por considerarlos actividades complementarias al desarrollo de la actividad portuaria.

En el caso de los predios asociados al puerto y gobernación, estos se emplazan en las manzanas 174 y 193, en donde el destino predominante en términos de superficie corresponde a Otros No Considerados, con 355.769 m²; y donde de un avalúo total de 34.630.195 M\$, el avalúo de los predios con destinos productivos corresponde a 3.205.806 M\$. A continuación, se presenta desglose de los distintos destinos y la superficie asociada a cada uno dentro del sector portuario, destacándose que su diversidad se encuentra relacionada con los distintos servicios y equipamientos que resultan complementarios al desarrollo de la actividad portuaria. Entre éstos, importa señalar el destino Adm. Pública y Defensa, vinculado a la Gobernación Marítima de Iquique.

Tabla 2-36: Superficies asociadas a Puerto de Iquique y Gobernación Marítima de Iquique (2017)

Destino SII	Nro. Predios	Superficie (m2)	Avalúo (M\$)
Otros No Considerados (V)	9	355.769	3.205.805
Industria (I)	1	24.497	
Sitio eriazo (W)	9	23.141	
Deporte y recreación (D)	1	3.028	
Oficina (O)	4	1.973	
Comercio (C)	1	601	
Bodega y almacenaje (L)	1	243	
Adm. Publica y Defensa (P)	1	1.529	
TOTAL	27	59.994	3.205.805

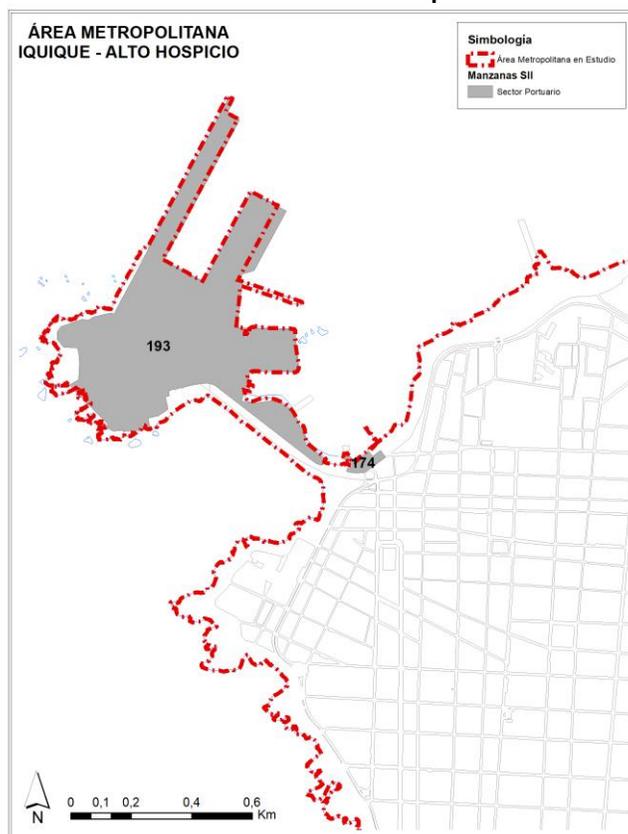
Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Tabla 2-37: Predios portuarios en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio

Destino portuario	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	27	0,04%	3.205	0,10%	59.994	0,11%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017.

Ilustración 2-15 Ubicación manzanas del sector portuario Comuna de Iquique



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Con relación al destino transporte y telecomunicaciones, se observa que este tiene presencia en los sectores Bajo Molle y Aeropuerto en el caso de Iquique; y en torno a la Ruta 16 en el caso de Alto Hospicio. En general, ambas ciudades presentan un promedio de 1 a 5 predios destinados a transporte por manzana, con la única excepción del sector Aeropuerto, en donde dicha concentración se incrementa notablemente alcanzando los 13 predios.

Para la ciudad de Iquique se identifica un total de 31 predios, los cuales abarcan una superficie de 283.487 m² y alcanzan un avalúo de 56.168.945 M\$. En Alto Hospicio, se identifican 3 predios que abarcan 16.200 m² y alcanzan un avalúo de 381.519 M\$.

Tabla 2-38: Predios transporte en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio

	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	31	0,04%	56.169	1,78%	283.487	0,54%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%
	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	3	0,01%	382	0,12%	16.200	0,05%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Con relación al destino bodegaje y almacenaje, se observa que la misma tiene presencia en los sectores Norte, Cavancha, Huayquique, Bajo Molle, y el centro histórico y borde costero con menor intensidad, en el caso de Iquique; y en torno a la Ruta 16, Av. Las Parcelas, Av. Teniente Hernán Merino Correa y Sta. Rosa de Alto Molle en el caso de Alto Hospicio. A continuación, se ahonda en aquellos sectores en donde existe una mayor concentración de predios destinados al bodegaje y almacenamiento para ambos centros urbanos.

En Iquique, los sectores de mayor concentración de almacenamiento y bodegaje corresponden al sector Norte, Cavancha y Huayquique, con un promedio de 90 a más de 250 predios por manzana. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifica un total de 12.089 predios, los cuales abarcan una superficie de 674.842 m² y alcanzan un avalúo de 777.225 MM\$.

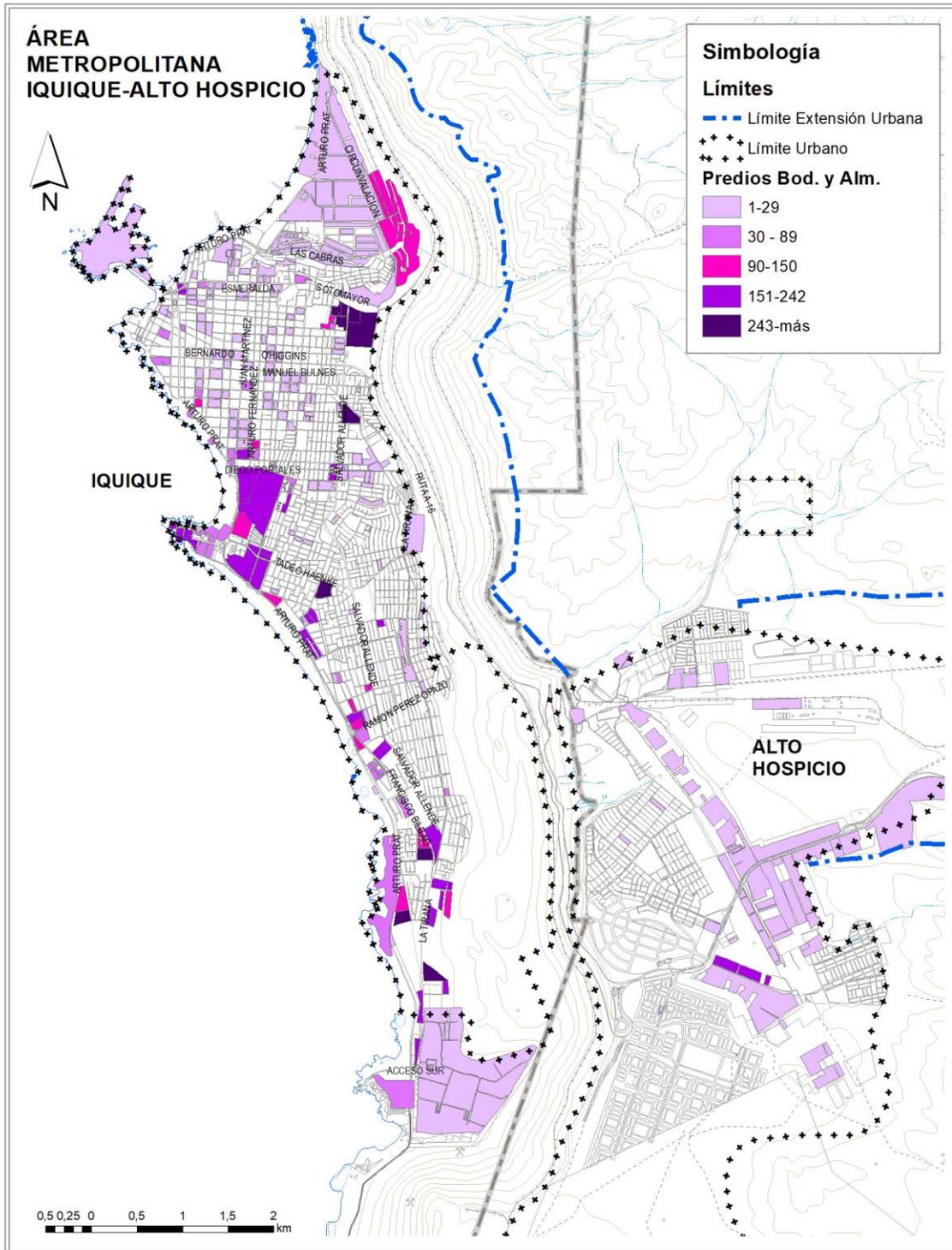
En Alto Hospicio los sectores de mayor concentración de almacenamiento y bodegaje corresponden al entorno de la Av. Sta. Rosa de Alto Molle, con un promedio de 151 a 242 predios por manzana, densidad sólo superada en manzanas puntuales de Huayquique y sector Norte en Iquique. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 257 predios, los cuales abarcan una superficie de 235.156 m² y alcanzan un avalúo de 4.772 MM\$.

Tabla 2-39: Predios bodegaje y almacenaje en Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio

Destino industrial	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	12.089	15,72%	777.225	24,70%	674.842	1,28%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%
Destino industrial	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	257	0,94%	4.772	1,50%	235.156	0,68%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Ilustración 2-16 Número de predios Almacenamiento y Bodegaje Área Metropolitana Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Finalmente, en función de los antecedentes provistos por SII en relación con la composición de rubros y subrubros a los que pertenecen las empresas de Iquique y Alto Hospicio, se desagregó el destino “J Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones” con la finalidad de determinar el peso de cada subrubro.

En el caso de Iquique, se observa que un 88% de las empresas se encuentra asociadas a "Otros tipos de transporte por vía terrestre", seguidas por "Act. de Transporte Complementarias y Auxiliares, Agencias de Viaje" con un 6,9%. Esta misma ponderación se repite en términos de ventas (UF) y números de trabajadores dependientes informados.

Tabla 2-40: Composición de destinos Transporte (T) y Bodegaje y Almacenaje (L) en Iquique

Actividad Económica	Subrubro	Nº Empresas	%	Ventas (UF)	%	Nº Trabajadores Dependientes Informados	%
J - TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	601 - TRANSPORTE POR FERROCARRILES	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	602 - OTROS TIPOS DE TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE	1338	88,2	4513619	60,8	5495	77,3
	603 - TRANSPORTE POR TUBERIAS	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	611 - TRANSPORTE MARITIMO Y DE CABOTAJE	5	0,3	0	0,0	109	1,5
	612 - TRANSPORTE POR VIAS DE NAVEGACION INTERIORES	3	0,2	0	0,0	1	0,0
	621 - TRANSPORTE POR VIA AEREA	3	0,2	0	0,0	18	0,3
	630 - ACT. DE TRANSPORTE COMPLEMENTARIAS Y AUXILIARES, AGENCIAS DE VIAJE	104	6,9	2805669	37,8	1263	17,8
	641 - ACTIVIDADES POSTALES Y DE CORREO	8	0,5	0	0,0	35	0,5
	642 - TELECOMUNICACIONES	56	3,7	100255	1,4	187	2,6
TOTAL		1.517	100,0	7.419.543	100,0	7.108	100,0

Fuente: SII (2018)

En el caso de Alto Hospicio, se observa que un 96% de las empresas se encuentra asociadas a "Otros tipos de transporte por vía terrestre", seguidas por "Act. de Transporte Complementarias y Auxiliares, Agencias de Viaje" con un 2,2%. Esta misma ponderación se repite en términos de ventas (UF) y números de trabajadores dependientes informados.

Tabla 2-41: Composición de destinos Transporte (T) y Bodegaje y Almacenaje (L) en Alto Hospicio

Actividad Económica	Subrubro	Nº Empresas	%	Ventas (UF)	%	Nº Trabajadores Dependientes Informados	%
J - TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	601 - TRANSPORTE POR FERROCARRILES	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	602 - OTROS TIPOS DE TRANSPORTE POR VIA TERRESTRE	685	95,5	1.406.664	99,1	913	94,6
	603 - TRANSPORTE POR TUBERIAS	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	611 - TRANSPORTE MARITIMO Y DE CABOTAJE	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	612 - TRANSPORTE POR VIAS DE NAVEGACION INTERIORES	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	621 - TRANSPORTE POR VIA AEREA	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	630 - ACT. DE TRANSPORTE COMPLEMENTARIAS Y AUXILIARES, AGENCIAS DE VIAJE	16	2,2	12.695	0,9	49	5,1
	641 - ACTIVIDADES POSTALES Y DE CORREO	4	0,6	0	0,0	3	0,3
	642 - TELECOMUNICACIONES	12	1,7	0	0,0	0	0,0
TOTAL		717	100,0	1.419.358	100,0	965	100,0

Fuente: SII (2018)

d) Comercio

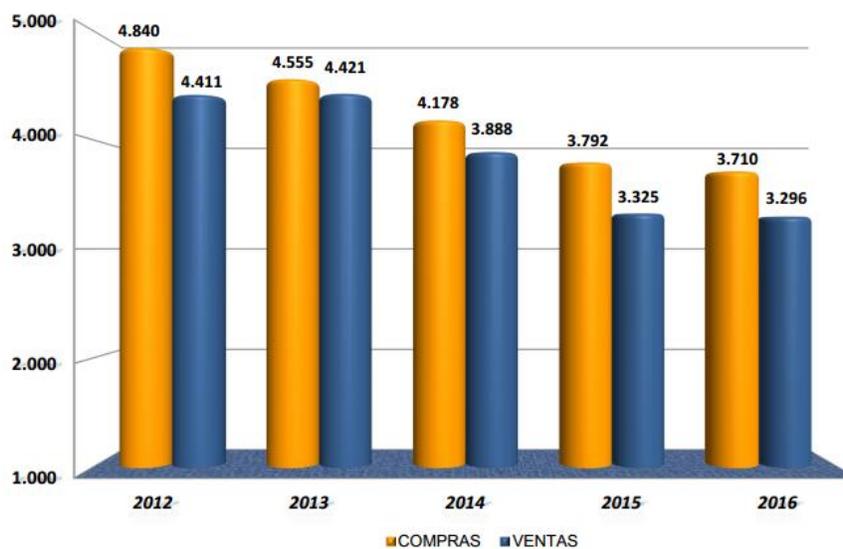
Este sector posee importancia histórica en la comuna de Iquique, en parte gracias a la intensa actividad comercial que proviene de la ZOFRI. Esto le da un tratamiento especial que la hace diferente al resto de las regiones, con un apoyo público importante tanto en los servicios públicos, en las obras de infraestructura, como en la actividad misma de las empresas y reparticiones públicas comprometidas.

La Zona Franca de Iquique y su Zona Franca de Extensión, son factores que han permitido un importante desarrollo del comercio internacional, de manera tal que hoy en día la ciudad de Iquique ha logrado posicionarse como un centro neurálgico de negocios entre América del Sur y los países de Asia. Inaugurada en 1975, la Zona Franca de Iquique (ZOFRI) es uno de los principales centros de negocios de nuestro país y la más importante zona de **exención** arancelaria de América del Sur. Su misión es impulsar el desarrollo regional y fortalecer las principales actividades que sustentan la economía regional. Posee cerca de 1.600 usuarios y 1.650 empresas, y tiene como principal característica un régimen de exenciones tributarias y aduaneras, facilitando el intercambio de productos libres de impuestos y aranceles.

Durante 2016, las ventas de la zona franca ascendieron a 3.296 millones de dólares, de las cuales un 43% corresponden a ventas al extranjero, un 54% a la Región de Tarapacá y un 3% a otras regiones del país. Las ventas al extranjero tienen como destino preferente a Bolivia (56%), Paraguay (22%) y Perú (14%), y corresponden principalmente al rubro automotriz.

Sin embargo, si se revisan los últimos años, se puede constatar un descenso significativo en la actividad comercial de la ZOFRI desde el año 2012, tanto en compras como en ventas. Parte de este descenso se debe a una caída en el valor del tipo de cambio.

Gráfico 2-15: Movimiento comercial ZOFRI 2016. Millones de USD, valor CIF



Fuente: Memoria ZOFRI 2016.

En cuanto a las compras, hay que destacar que más de la mitad de las ventas corresponde a productos de Asia, originarios de China y Japón. China es el principal país proveedor, con un 48% del total, seguido de EEUU (17%) y Japón (8%).

Por ley, el 15% de los ingresos brutos de la ZOFRI están destinados a los municipios de la región y de la de Arica y Parinacota. Estos recursos deben ser destinados, exclusivamente, a proyectos de inversión de las localidades de la zona, por lo que el crecimiento y auge de esta zona franca no solo influye en Iquique, ciudad

que alberga sus instalaciones, sino también repercute en el crecimiento de toda la zona. Así es como, gracias al aporte económico, se han implementado mejoras en obras públicas de los poblados del interior.

Además de la ZOFRI, la actividad comercial posee una gran presencia en el centro de la ciudad con numerosas tiendas y supermercados. Se propaga hacia el oriente por las calles principales con bastante presencia hasta la Av. Héroes de la Concepción, para luego diluirse poco a poco. Hacia el sur, la presencia de comercio es más moderada, concentrándose cerca del borde costero, y con un polo de actividad en torno al Mall Plaza, donde existen centro comercial, cine, supermercado y tienda de hogar. Cerca también se encuentra la península de Cavanha, con oferta turística y el Casino Dreams.

Con la finalidad de conocer el comportamiento de la actividad comercial en la última década, se analizaron los datos de superficie y cantidad de permisos de edificación aprobados asociados a destinos comerciales, reportados por INE desde el año 2010 hasta el 2016.

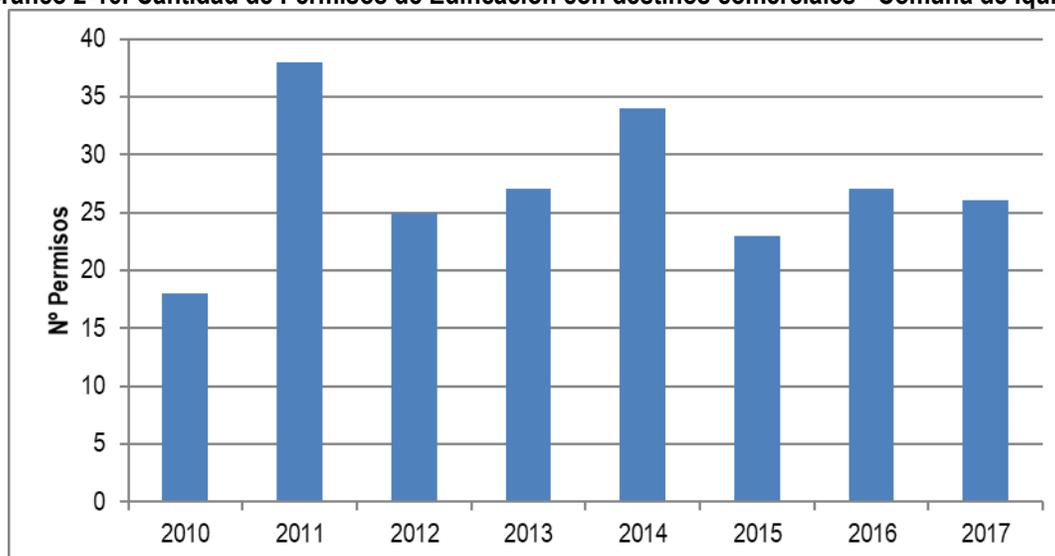
En el caso de Iquique, éstos muestran un promedio que se mantiene alrededor del 20% del total de permisos aprobados por año, porcentaje que comienza a crecer progresivamente a partir de 2013. Destacan de igual forma, los años 2011 y 2014 por presentar cifras considerablemente mayores al promedio (38 y 34 permisos respectivamente).

Tabla 2-42: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Iquique

Destinos comerciales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bares, restaurantes y cafés	2	3	1	4	6	1	3	4
Comercio	10	25	14	15	21	10	9	12
Locales comerciales	4	6	2	3	4	8	7	7
Supermercados	0	0	0	0	1	0	0	0
Esparcimiento y diversión	2	4	8	5	2	4	8	3
TOTAL Comercio	18	38	25	27	34	23	27	26
% del total	14.6	22.0	16.9	23.3	25.0	24.0	26.5	35.6
TOTAL Iquique	123	173	148	116	136	96	102	73

Fuente: INE 2018.

Gráfico 2-16: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Iquique



Fuente: INE 2018.

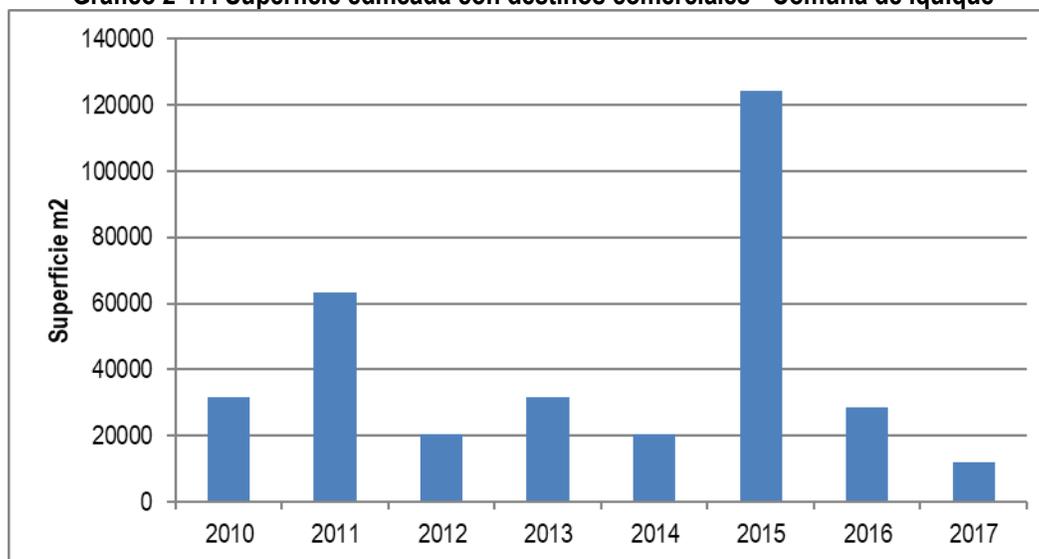
Con relación a la superficie edificada asociada a los permisos de edificación aprobados anualmente, se observa que aquella con destinos comerciales mantiene un promedio alrededor del 12% del total de metros cuadrados aprobados por año, porcentaje que es duplicado de forma puntual durante el año 2015 al alcanzar a representar el 29% del total.

Tabla 2-43: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Iquique

Destinos comerciales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bares, restaurantes y cafés	456	1161	329	804	1547	307	556	1097
Comercio	19363	30308	19118	5379	8735	64414	3486	7514
Locales comerciales	6322	27792	214	23705	541	31747	1252	2293
Supermercados	0	0	0	1384	0	25915	0	0
Esparcimiento y diversión	5643	4014	692	571	9485	1850	23102	885
TOTAL Comercio	31784	63275	20353	31843	20308	124233	28396	11789
% del total	7.5	12.6	4.1	13.8	9.1	29.3	9.0	21.5
TOTAL Iquique	425596	500776	495209	231526	223738	424630	316613	54957

Fuente: INE 2018

Gráfico 2-17: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Iquique



Fuente: INE 2018.

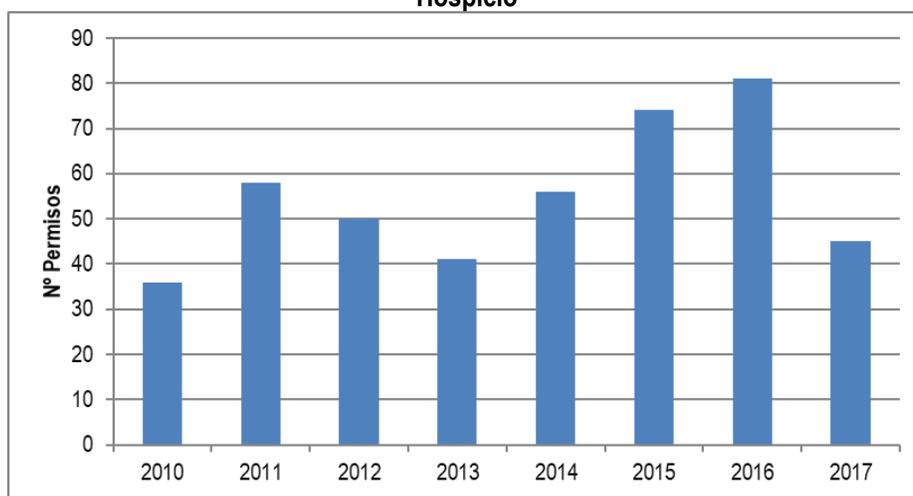
En el caso de Alto Hospicio, éstos muestran un promedio que se mantiene alrededor del 16% del total de permisos aprobados por año, porcentaje que alcanza su máximo entre 2012 y 2014 y comienza a decrecer a partir de dicho año. Destacan de igual forma, los años 2015 y 2016 por presentar cifras considerablemente mayores al promedio (74 y 81 permisos respectivamente), que sin embargo representan un porcentaje menor del total de permisos aprobados para dichos años a nivel ciudad.

Tabla 2-44: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio

Destinos comerciales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bares, restaurantes y cafés	3	3	1	5	7	6	4	1
Comercio	19	39	35	24	36	44	46	32
Locales comerciales	8	8	4	4	10	17	21	12
Supermercados	1	2		1		1		0
Esparcimiento y diversión	5	6	10	7	3	6	10	0
TOTAL Comercio	36	58	50	41	56	74	81	45
% del total	11.1	15.5	22.0	19.0	21.4	11.4	13.5	10.9
TOTAL Alto Hospicio	324	373	227	216	262	648	599	414

Fuente: INE 2018.

Gráfico 2-18: Cantidad de Permisos de Edificación con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio



Fuente: INE 2018.

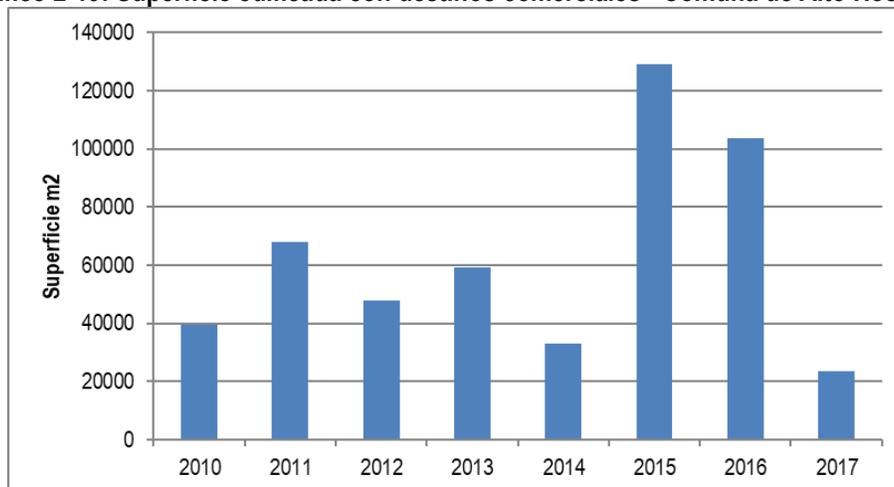
Con relación a la superficie edificada asociada a los permisos de edificación aprobados anualmente, se observa que aquella con destinos comerciales mantiene un promedio alrededor del 14% del total de metros cuadrados aprobados por año, porcentaje que se ve incrementado notablemente a partir del año 2015.

Tabla 2-45: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio

Destinos comerciales	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bares, restaurantes y cafés	592	1161	329	1871	1749	1880	813	148
Comercio	21211	34199	32433	7375	14456	70754	39706	11735
Locales comerciales	8160	28442	943	23926	1394	39392	3581	11811
Supermercados	0	0	0	11158	0	10390	18341	0
Esparcimiento y diversión	9648	4374	14323	15031	15287	6648	41443	0
TOTAL Comercio	39611	68176	48028	59361	32886	129064	103884	23694
% del total	8.2	11.5	7.8	18.4	10.2	20.8	20.4	34.9
TOTAL Alto Hospicio	485888	591961	616959	322263	323639	620418	510250	67824

Fuente: INE 2018

Gráfico 2-19: Superficie edificada con destinos comerciales - Comuna de Alto Hospicio



Fuente: INE 2018.

De acuerdo con la información de manzanas provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), actualizada al primer trimestre de 2017, se observa que la actividad comercial tiene una presencia bastante uniforme en ambos centros urbanos con una intensidad promedio de 1 a 20 predios comerciales por manzana.

En Iquique destacan dos sectores de mayor intensidad comercial al promedio observado en la ciudad: el sector Norte, donde se ubica la ZOFRI, identificándose una concentración de 20 a 80 predios por manzana; y el sector Centro Histórico comprendido entre las calles Thomson (norte), Latorre (sur), Amunategui (este) y Vivar (oeste), donde se identifica una concentración comercial de 21 a 40 predios por manzana, con la excepción de la manzana del Mercado Centenario Iquique que presenta la densidad comercial de la ciudad con 81 a 100 predios. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 2511 predios, los cuales abarcan una superficie de 1.330.336 m² y alcanzan un avalúo de 1.024.663 MM\$.

Tabla 2-46: Predios comerciales en Comuna de Iquique

Destino comercial	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	2.511	3,27%	1.024.663	32,5%	1.330.336	2,52%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

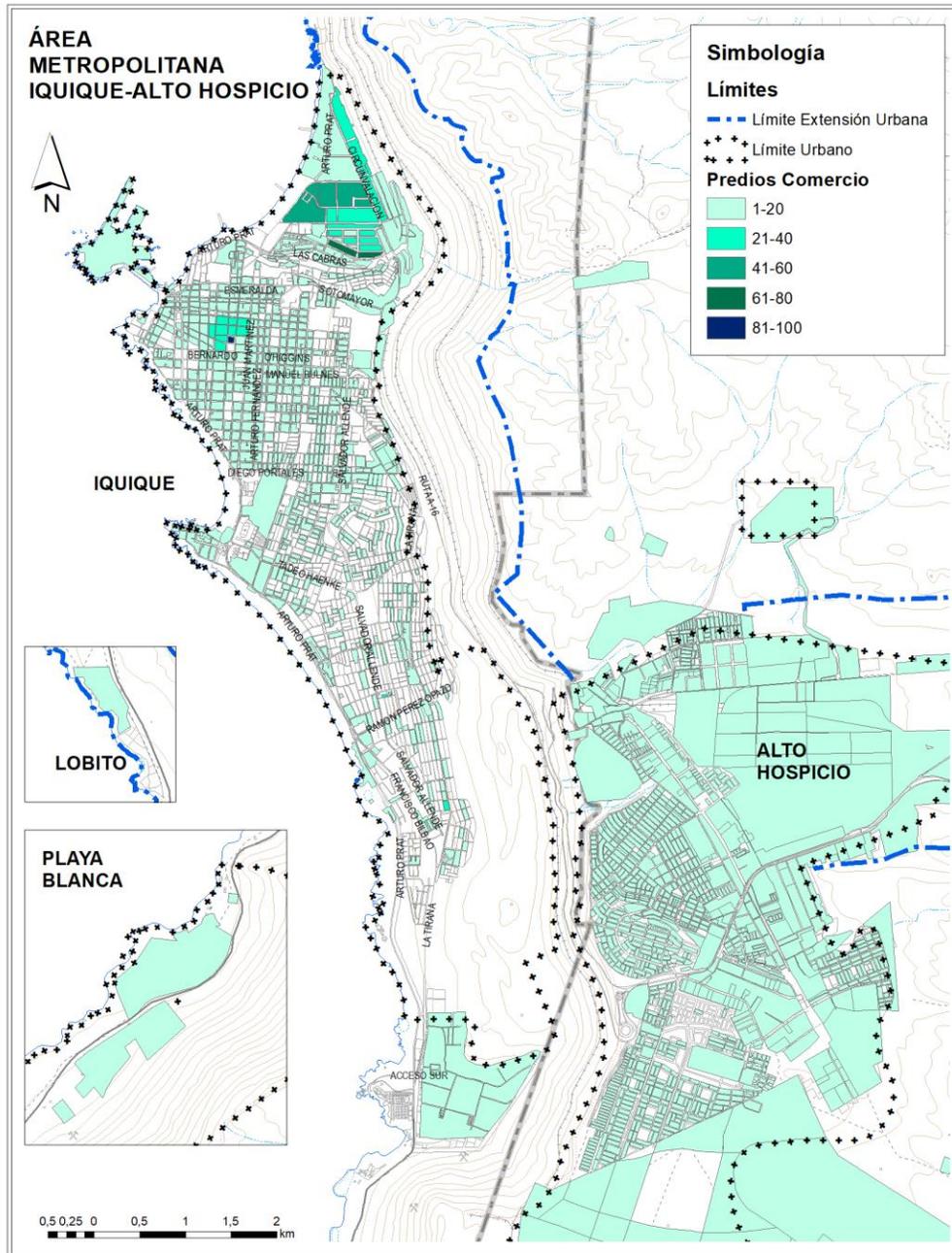
En Alto Hospicio, por su parte, se observa una concentración constante de 1 a 20 predios por manzana, destacando la presencia de una mayor cantidad de manzanas con predios comerciales respecto de Iquique. El único sector cuyas manzanas no presentan predios comerciales, corresponde al comprendido entre Las Américas, Juanita Fernández y Sta. María. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 152 predios, los cuales abarcan una superficie de 236.018 m² y alcanzan un avalúo de 10.077 MM\$.

Tabla 2-47: Predios comerciales en Comuna de Alto Hospicio

Destino comercial	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	152	0,55%	10.077	3,18%	236.018	0,69%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017.

Ilustración 2-18 Distribución de N° de predios por manzana destinados a comercio Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

e) **Servicios y Turismo**

Si bien, la Región de Tarapacá se encuentra a casi 2.000 kilómetros al norte de la capital de Chile, tiene una posición geográfica estratégica frente al Cono Central de Sudamérica, lo cual le permite contar con un potencial turístico de más de 80 millones de personas. Su red de conexiones con los países vecinos se encuentra en:

- El Aeropuerto Internacional Diego Aracena en Iquique, que la conecta con países de la región y el resto del continente.
- El Paso Fronterizo Colchane-Pisiga, en la comuna de Colchane, que conecta la región con Bolivia y resto de países vecinos como Paraguay, Brasil, Perú y Argentina.
- El sistema de puertos que lo vinculan a los tránsitos nacionales e internacionales a través del Océano Pacífico.

Adicionalmente, la Región cuenta con infraestructura turística concentrada en la ciudad de Iquique, principalmente referida a hoteles y lugares de alojamiento. Si a esto se agrega su privilegiado clima, con su producto sol y playa, cercana al desierto y altiplano, se puede afirmar que la Región de Tarapacá puede desarrollar una oferta turística diversificada durante todo el año. En este sentido, se puede destacar:

- La influencia de la Zona Franca y auge de la minería, que atrae un gran número de visitantes y personas de negocios.
- Un importante y rápido crecimiento del equipamiento hotelero y de servicios, que resulta de un incremento notable de la inversión privada.
- Un incremento significativo de los flujos de pasajeros.
- Un aumento del nivel de inversión pública en proyectos.

La comuna de Iquique, como punto central de acceso a la Región, ha jugado un rol esencial en la atracción del turismo. Los turistas que visitan la comuna, tienen tres motivaciones principales: el consumo de bienes, vinculado a la Zona Franca de Iquique, que atrae a personas con poder adquisitivo para acceder a distintos productos; el turismo cultural, ligado al ámbito cultural de la comuna y región, en donde el perfil de estas personas es el conocimiento de la historia, del patrimonio arquitectónico e identitario, arqueológico, antropológico y religioso; y finalmente, un segmento de turismo recreativo, que está ligado a las condiciones climáticas, a la morfología y belleza de sus playas, a la vida nocturna, etc. Estos tres tipos de turismo son los que atraen a los visitantes, tanto nacionales como extranjeros. También se da otro tipo de visitas asociadas a actividades laborales, académicas y de investigación.

Si bien la ciudad en sí misma dispone de un conjunto de atractivos patrimoniales y culturales únicos, también es el punto de inicio para abordar los demás atractivos que se encuentran en la Región y en las regiones vecinas. Entre éstos, cabe mencionar la existencia de geoglifos y restos materiales vinculados a las culturas prehispánicas; también las áreas donde se ubicaban las ex oficinas salitreras de Humberstone y Santa Laura concitan gran atención de los visitantes; la fiesta religiosa de La Tirana es uno de los focos de atracción más masivos y que tiene fuerte impacto en el uso de los recursos turísticos de la ciudad. Además de lo anterior, la oferta paisajística es única y de fuerte atracción para el turismo recreativo. También destacan los Oasis de Pica, las Termas de Mamiña, entre los más conocidos.

En el último tiempo se ha buscado crear circuitos turísticos a modo de sistemas, donde la ciudad tiene enormes ventajas para absorber a un número importante de esta población, especialmente para quienes acceden por vía aérea. Existen dos iniciativas consideradas atracciones para el turismo cultural de la Región: la ruta de los pueblos aimaras y la ruta de los pueblos salitreros.

Existen estadísticas de alojamiento turístico recogidas por SERNATUR en gran parte de las comunas de Chile. Las más importantes tienen que ver con la cantidad de llegadas y pernoctaciones de turistas a establecimientos de alojamiento turístico, que permiten apreciar las tendencias y magnitudes comparativas.

Las magnitudes corresponden a pasajeros registrados en hoteles, apartoteles, moteles y campings.

Tabla 2-48: Estadísticas de Alojamiento Turístico. Iquique, Región de Tarapacá y País

Llegadas

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Chile	4.542.189	4.933.289	5.094.978	4.751.881	4.735.440	5.668.622	6.479.655	6.774.185	6.603.182	9.239.386	9.513.345
Reg. Tarapacá	234.926	250.478	258.228	305.610	276.284	318.980	313.564	312.257	288.592	297.960	279.990
Iquique	224.404	243.737	251.241	291.170	265.528	303.137	296.029	297.496	273.750	283.673	266.712

Pernoctaciones

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Chile	9.373.254	10.183.153	10.609.755	9.828.047	9.836.031	11.499.677	12.723.545	13.240.290	12.906.416	17.618.819	18.077.111
Reg. Tarapacá	495.161	550.461	573.394	659.416	569.419	632.448	606.944	603.026	559.082	591.120	620.617
Iquique	482.534	538.822	560.159	635.474	553.131	608.291	573.003	576.642	536.325	569.329	600.418

Permanencia (días promedio)

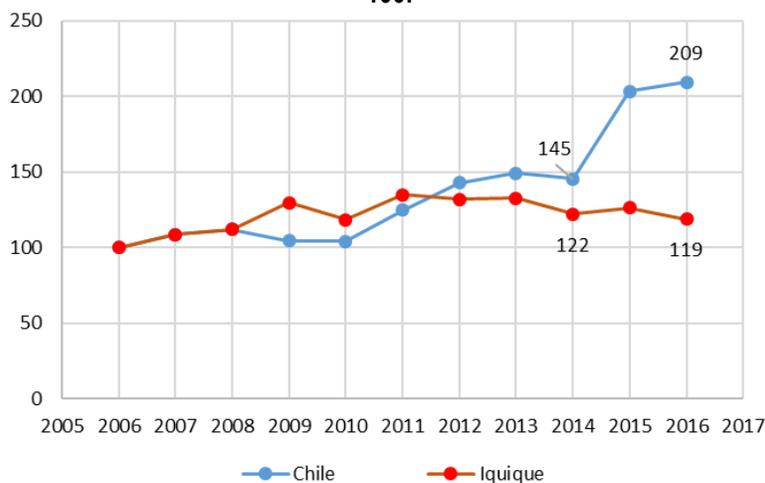
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Chile	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
Reg. Tarapacá	2,1	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	2,0	2,2
Iquique	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0	2,3

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de SERNATUR

En todos los años de la serie, la comuna de Iquique representa entre el 94% y el 98% del total de llegadas y pernoctaciones en la región. Se debe hacer notar que las estadísticas de 2015 y 2016, sobre todo a nivel nacional, acusan un fuerte quiebre de tendencia, que debiera ser explicado por algún cambio metodológico¹¹.

El siguiente es un gráfico comparativo entre el crecimiento de las llegadas a establecimientos de alojamiento turístico para Iquique y el total nacional. Se ha considerado como año base el 2006 = 100:

Gráfico 2-20: Crecimiento de Llegadas a Establecimientos de Alojamiento Turístico. Base año 2006 = 100.



Fuente: Elaboración propia en base a SERNATUR

Hasta el año 2014, donde las estadísticas se consideran comparables, Iquique había mostrado un crecimiento acumulado del 22% desde 2006, en comparación con el 45% del promedio país. Este bajo crecimiento contrasta con lo que la comuna había mantenido hasta 2011, cuando el crecimiento acumulado superaba levemente al nacional; de hecho, desde ese año la magnitud de sus llegadas ha tenido tendencia decreciente.

¹¹ Se tienen dos estadísticas de Sernatur para el año 2014, que difieren en magnitud, pero se ha utilizado la más conservadora. Entre 2014 y 2016 se tienen cifras mucho más altas que la tendencia de años anteriores, sobre todo a nivel nacional.

Las pernoctaciones muestran una tendencia parecida, aunque menos marcada, lo que ha permitido cierta recuperación del tiempo de estadía en la comuna en los 3 últimos años.

Para el año 2016, se muestran las siguientes estadísticas de las llegadas y pernoctaciones en 2016, separado entre tipo de alojamiento (hoteles u otros) y origen del visitante (chileno o extranjero)

Tabla 2-49: Llegadas y pernoctaciones en Establecimientos de Alojamiento Turístico de Iquique

	Hoteles	Otros	Total
Llegadas	220.102	46.610	266.712
Pernoctaciones	499.083	101.335	600.418

	Chilenos	Extranjeros	Total
Llegadas	214.428	52.284	266.712
Pernoctaciones	479.378	121.040	600.418

Fuente: SERNATUR

De esta manera, se observa que el 83% de las llegadas y pernoctaciones formales en Iquique se realizan en hoteles. Por otro lado, el 80% de los visitantes son de origen chileno.

De acuerdo con la información de manzanas provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), actualizada al primer trimestre de 2017, se observa que la actividad turística asociada al destino Hotel Motel, tiene presencia en los sectores del Centro Histórico, Cavancha, Huayquique, Bajo Molle, Playa Blanca, Lobito y Los Verdes, en el caso de Iquique; y en torno a la Ruta 16, Av. Las Parcelas, Av. Teniente Hernán Merino Correa y Sta. Rosa de Alto Molle en el caso de Alto Hospicio. A continuación, se ahonda en aquellos sectores en donde existe una mayor concentración de predios industriales para ambos centros urbanos.

En Iquique destaca el sector costero en torno a la Península de Cavancha como aquel con mayor concentración de destinos turísticos por la presencia de múltiples complejos turísticos y hoteleros como Hilton Garden Inn, Divasto, Holiday Inn Express y Terrado Club. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 344 predios, los cuales abarcan una superficie de 10.171.913 m² y alcanzan un avalúo de 167.326 MM\$.

Tabla 2-50: Predios turísticos en Comuna de Iquique

Destino hotel motel	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	344	0,45%	167.326	5,32%	10.171.913	19,26%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

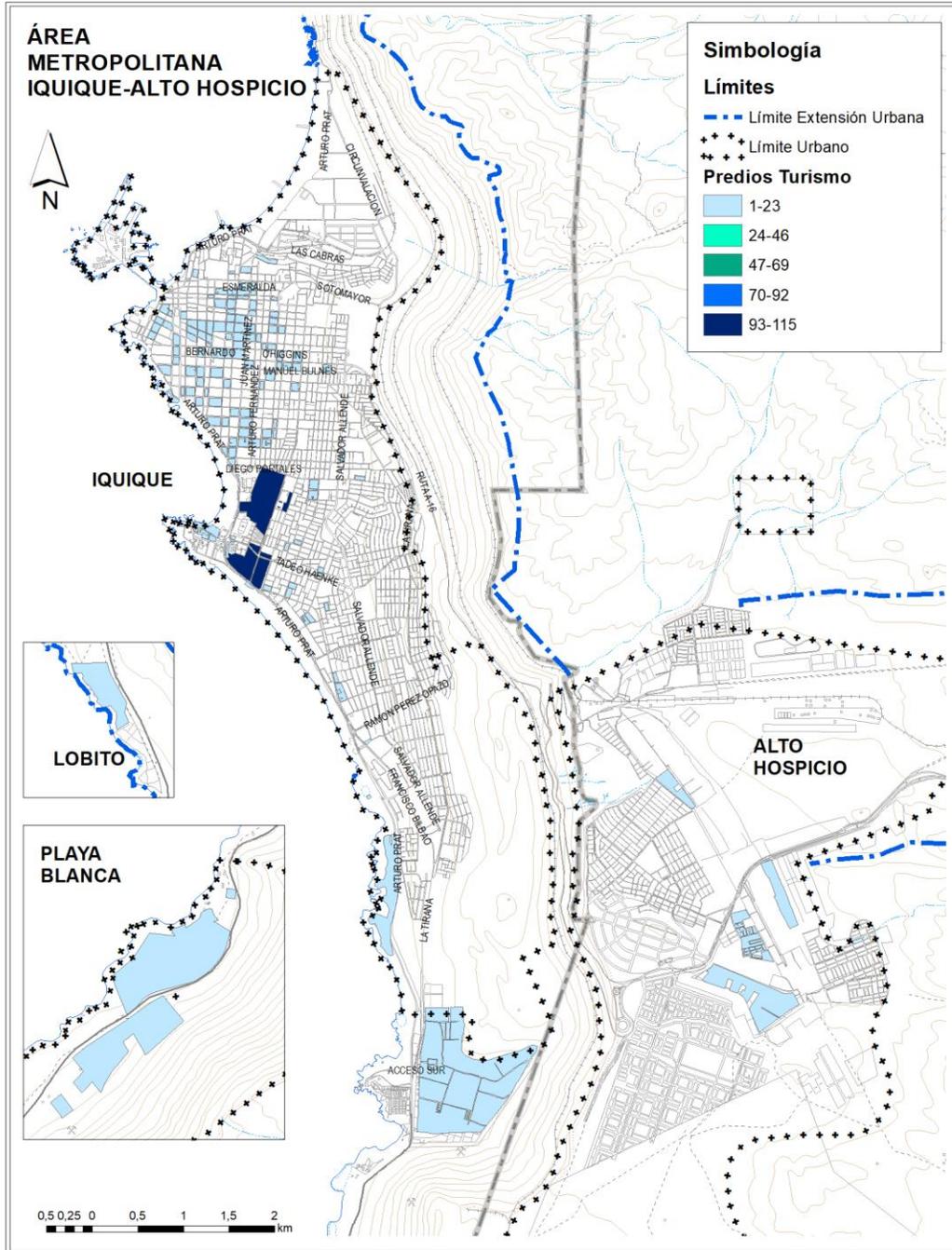
En Alto Hospicio, por su parte, se observa una concentración constante de 1 a 23 predios por manzana, destacando la presencia de 4 predios destinados a turismo dentro de los que resaltan el Motel Luna Azul y Hotel Benilda. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 4 predios, los cuales abarcan una superficie de 11.556 m² y alcanzan un avalúo de 536 MM\$.

Tabla 2-51: Predios turísticos en Comuna de Alto Hospicio

Destino	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
hotel motel	4	0,01%	536	0,17%	11.556	0,03%
Predios	4	0,01%	536	0,17%	11.556	0,03%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Ilustración 2-19 Distribución de N° de predios por manzana destinados a actividades turísticas Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Con relación al ámbito de servicios, representada por el destino Oficina en la información de manzanas provista por el Servicio de Impuestos Internos (SII), se observa que la misma tiene presencia en los sectores Norte, Centro Histórico, Cavancha, Bajo Molle, Playa Blanca, Lobito y Los Verdes, en el caso de Iquique; y en torno a la Ruta 16, Av. Las Parcelas, Av. Teniente Hernán Merino Correa y Ruta -616 en el caso de Alto Hospicio. A continuación, se ahonda en aquellos sectores en donde existe una mayor concentración de predios destinados a servicios para ambos centros urbanos.

En Iquique destaca el sector del centro histórico comprendido entre la calle Esmeralda al norte, y el par Aníbal Pinto-Patricio Lynch como aquel con mayor concentración de destinos de oficina. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 1.347 predios, los cuales abarcan una superficie de 230.867 m² y alcanzan un avalúo de 517.033 MM\$.

Tabla 2-52: Predios servicios en Comuna de Iquique

Destino oficina	Iquique					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	1.347	1,75%	517.033	16,43%	230.867	0,44%
Total	76.896	100%	3.146.502	100%	52.821.691	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

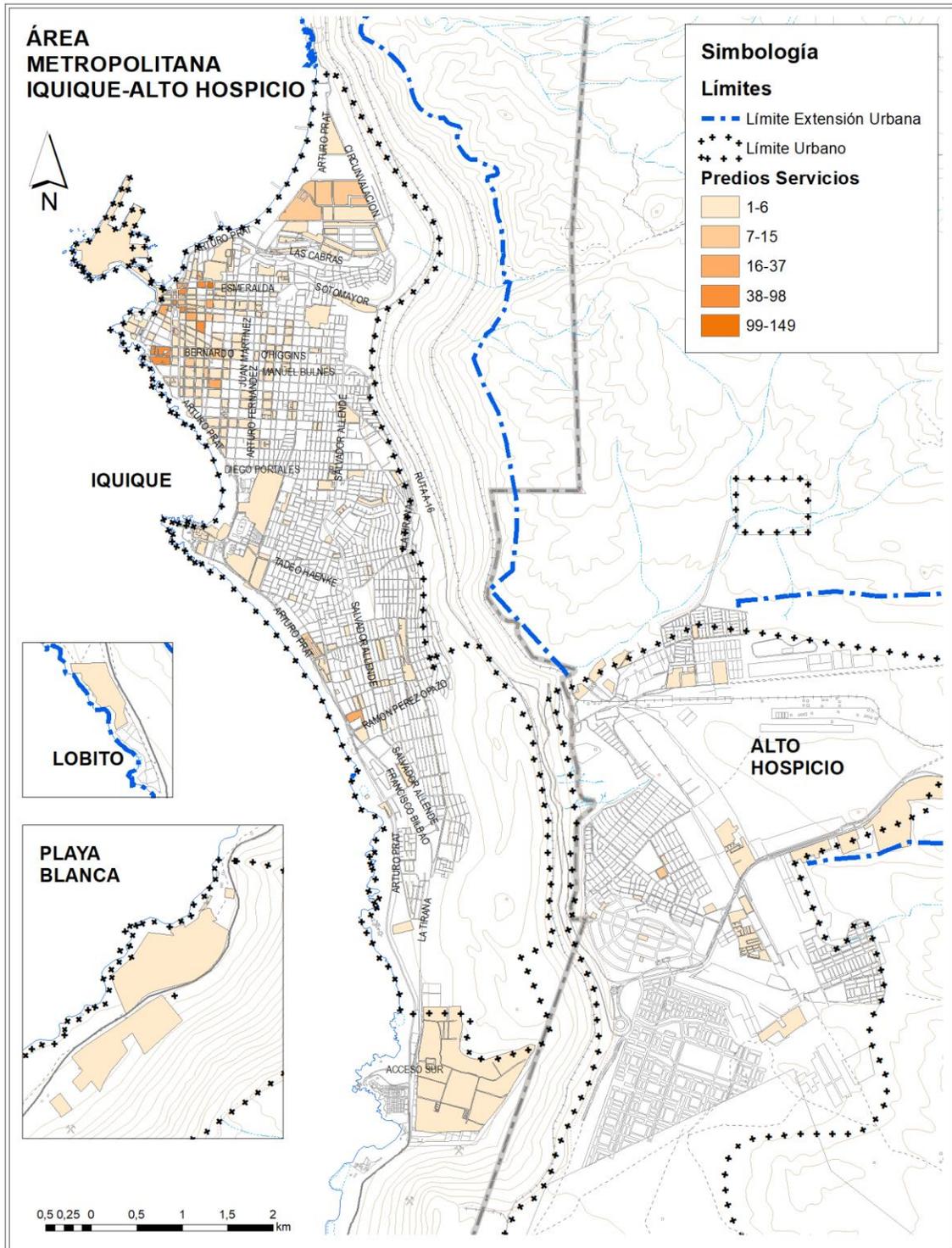
En Alto Hospicio, por su parte, se observa una concentración constante de 1 a 6 predios por manzana, siendo la excepción la manzana donde se emplaza la Municipalidad de Alto Hospicio donde la intensidad incrementa a 11 predios destinados a oficina. En líneas generales, en la ciudad en cuestión se identifican un total de 31 predios, los cuales abarcan una superficie de 52.859 m² y alcanzan un avalúo de 2.287 MM\$.

Tabla 2-53: Predios servicios en Comuna de Alto Hospicio

Destino hotel motel	Alto Hospicio					
	N° predios	% del total	Avalúo (MM\$)	% del total	Superficie (M2)	% del total
Predios	31	0,11%	2.287	0,72%	52.859	0,15%
Total	27.461	100%	317.186	100%	34.344.686	100%

Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

Ilustración 2-20 Distribución de N° de predios por manzana destinados a servicios en Iquique-Alto Hospicio



Fuente: Elaboración propia en base a SII, 2017

f) Pérdida de productividad por daños

Se considera el factor de daños según costos económicos de las actividades comerciales, industria, bodega, almacenamiento, minería y transporte, según destinos de predios y edificaciones de la base del SII 1er semestres del 2017. Dichos costos son valorados según avalúos fiscales de las propiedades ponderados por un factor 1,4 para considerar el rango para avalúos comerciales.

Para los efectos de caracterización de vulnerabilidad de pérdida de productividad de las actividades económicas se considera la magnitud de daños, según involucren una interrupción y paralización definitiva de funcionamiento de las actividades económicas, y requiere reposición de instalaciones / maquinarias o reconstrucción de estructuras e instalaciones; hasta reparaciones menores que podrían considerar interrupción temporal del funcionamiento de dichas actividades económicas productivas.

El parámetro, como umbral de mayor vulnerabilidad esto es mayor daño lo representa la cifra de pérdida de \$2.369.480.000.- del sector comercial, con el terremoto 7,9° Richter, correspondientes a la Zona Franca, de fecha 13-06-2005, según registros de la base de datos de daños de catástrofes de Desinventar, 2014.

Para el terremoto del 1° de abril de 2014 grado 8,2 ° Richter, generando un tsunami de hasta 2,55 metros de altura y al menos 7 fallecidos y 500 heridos, siendo el terremoto más fuerte del año. Se estableció mediante Dto de catástrofe N°918, sus efectos en daños en las personas, derrumbes y otros de consideración en diversas edificaciones y viviendas, red vial, servicios básicos y sistemas de comunicaciones. Daños a la infraestructura pública y restablecer los servicios y la conectividad vial, portuaria y aeroportuaria, así como la infraestructura hidráulica; todo lo que afectan al normal desarrollo de las actividades y, en algunos casos, mantienen en riesgo la integridad física de sus habitantes, lo que obliga a adoptar medidas de carácter extraordinario destinadas a enfrentar la situación de emergencia y adoptar las soluciones que se requieran para el restablecimiento y posterior reconstrucción y la protección de los ciudadanos (MINTER, Dto 918 de fecha 03.05.2014). Luego se sucedieron las réplicas de 2 de abril, de magnitud 7,6 Mw, con epicentro a 45 Km SO de Iquique. Entre los efectos de los daños que lo ha caracterizado por la Municipalidad de Iquique como un terremoto económico, afectando al 80% de la población que vive del comercio de Zona Franca, el puerto y la Industria Turística. Situación portuaria gravemente afectada interrumpiendo su operación, terminales marítimos correspondientes a la Capitanía de Puerto de Iquique se encontraban inhabilitados, así también los terminales marítimos petroleros (Copec y Petrobas) e Iquique. Los daños generados en la infraestructura portuaria figuran la destrucción del molo de abrigo, los sitios de atraque N°1 y N°2 del puerto de Iquique; y el corte de la Ruta A-16 que une Iquique con Alto Hospicio, correspondiente al corredor de transporte de carga y comercio de los clientes de zona franca (IMI, 2014)¹². A lo anterior se suma los daños a las instalaciones del Hospital Regional de Iquique (pabellones quirúrgicos, la Unidad de Cuidados Intensivo y la Unidad de Tratamientos Intensivos); inundaciones y daños en Caleta Riquelme, y sector esmeralda con embarcaciones menores arrastradas sobre las veredas; corte de luz afectando a 38.500 clientes, además de la interrupción de los servicios de agua potable y alcantarillado en Iquique y Alto Hospicio.

Finalmente, en cifras la pérdida de productividad del recinto ZOFRI, tras 4 días de operación paralizada sin haber sufrido daños estructurales en sus instalaciones, ascienden a US\$40 millones en el recinto amurallado, mientras que en el centro comercial sector Mall serían de cerca de US\$4 millones aproximadamente (el mercurio, 08.04.2014).

Los niveles de vulnerabilidad se indican a continuación, según caracterización del efecto de la amenaza de interrupción parcial / total y magnitud de pérdida correlacionada con la magnitud del patrimonio según avalúo comercial de las propiedades.

¹² “Iquique vive un terremoto físico, social y económico” Propuestas urgentes para salvar a Iquique del Post Terremoto, Ilustre Municipalidad de Iquique, 2014.

Tabla 2-54: Vulnerabilidad en función de la pérdida de productividad de las actividades económicas

VULNERABILIDAD	Pérdida en \$ valorizado por avalúo comercial de las propiedades		Caracterización del rango para predios y edificaciones con destino comercial, industrial, bodegaje – almacenamiento, minería, servicios, transporte.
	Mín. Avalúo comercial \$	Máx. Avalúo comercial \$	
1	\$500.000.000	\$1.000.000.000	Fácil recuperación negocios e instalaciones menores de bajo costo. Daños menores interrupción temporal
2	\$1.000.000.001	\$1.500.000.000	Recuperación rápida por menor costo de las instalaciones. Daños no estructurales de las edificaciones sin perdidas mayores, reparaciones menores, interrupción temporal de la actividad.
3	\$1.500.000.001	\$2.000.000.000	Recuperación temporal de la actividad, por daño estructural de instalaciones y edificaciones de menor valor por avalúo comercial.
4	\$2.000.000.001	\$2.500.000.000	Recuperación e interrupción más prolongada de la actividad por daño estructural de instalaciones y edificaciones de mayor valor por avalúo comercial.
5	\$2.500.000.001		Alto costos de pérdidas por daños estructurales de las instalaciones, directamente relacionado con el mayor rango de avalúo comercial de las propiedades. Interrupción por periodos prolongados del funcionamiento de la actividad. Mayor rango de pérdida de productividad con impactos económicos en el sistema urbano total.

La vulnerabilidad expresada a nivel de manzanas se obtiene en relación con el producto de la suma ponderada (coeficiente) del valor según avalúo comercial de todas las actividades económicas consideradas por el puntaje de vulnerabilidad respectivo. El resultado se puede visualizar en la ilustración respectiva del anexo planimétrico.

2.2.5 Dimensión Institucional

a) Gobernabilidad urbana regional

La gobernabilidad urbana se puede definir como la suma de las distintas formas en que los individuos e instituciones públicas y privadas, planifican y administran los asuntos comunes de las áreas urbanas que conforman la región¹³. En el caso que nos ocupa, deben considerarse tanto aquellos actores que pertenecen al nivel regional como aquellos relacionados a las ciudades de Iquique y Alto Hospicio. En función de ello, a continuación, se presentan los principales actores públicos y privados responsables de la toma de decisiones y administración de una porción o la totalidad del territorio en estudio.

Tabla 2-55: Actores públicos y privados tomadores de decisiones Iquique y Alto Hospicio

Nivel	Entidad	Tipo
Regional	Intendencia Regional	Público
	Dirección Regional ONEMI	Público
	SEREMI Salud	Público
	Servicio Salud	Público
	SEREMI Desarrollo Social	Público
	SEREMI Educación	Público
	SEREMI Obras Públicas	Público

¹³ Campana Global sobre Gobernabilidad Urbana, UN-HABITAT (s.F)

Nivel	Entidad	Tipo	
	SEREMI Transporte y Telecomunicaciones	Público	
	SEREMI Economía, Fomento y Turismo	Público	
	SEREMI Deporte	Público	
	SEREMI Justicia	Público	
	SEREMI Vivienda y Urbanismo	Público	
	SEREMI Agricultura	Público	
	SEREMI Minería	Público	
	SEREMI Medio Ambiente	Público	
	SEREMI Gobierno	Público	
	SEREMI Energía	Público	
	SEREMI Trabajo y Previsión Social	Público	
	6ta División del Ejército	Público	
	4ta Zona Naval	Público	
	1ra Brigada Aérea	Público	
	1ra Zona de Carabineros	Público	
	1ra Zona Policial de Investigaciones	Público	
	Dirección General de Aeronáutica	Público	
	Organización Regional de bomberos	Público	
	Provincial	Gobernación Provincial de Iquique	Público
	Comunal	I. Municipalidad de Iquique	Público
I. Municipalidad de Alto Hospicio		Público	
ELIQSA		Privado	
Aguas del Altiplano		Privado	

Fuente: Plan de Respuesta en Estado de Catástrofe Región de Tarapacá (2016)

b) Instituciones preparadas frente a una amenaza

En términos de la actuación frente a una amenaza se requiere necesariamente revisar el concepto de protección civil, entendida como la protección a las personas, sus bienes y ambiente ante una situación de riesgo colectivo, sea este de origen natural o antrópico. Esta responsabilidad es ejercida en Chile por un sistema integrado de organismos, servicios e instituciones del sector público y privado, bajo la coordinación de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI).

Dicho sistema busca lograr la mayor eficiencia por parte de todos los organismos involucrados, en el cumplimiento de las tareas de prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación frente a un evento destructivo; buscando que cada uno concorra con sus recursos humanos y técnicos especializados, de forma coordinada.

De acuerdo con lo establecido en la Metodología Básica para la Elaboración de un Plan de Emergencia (ACCEDER), un Plan de Emergencia corresponde a un instrumento cuya finalidad es contener y especificar las acciones y procedimientos que deben llevarse a cabo ante una situación de emergencia o desastre. De igual forma, en él se establecen los roles y funciones del recurso humano, así como los recursos técnicos, materiales y financieros que deben ser destinados a la respuesta de un evento o catástrofe.

Considerando lo anterior, y con la finalidad de determinar a qué instituciones les corresponde estar preparadas y dar respuesta frente a la ocurrencia de un desastre, importa primero indicar que a partir de la definición de

una Alerta Amarilla corresponde la constitución de un Comité de Operaciones de Emergencia (en adelante COE) en un lugar con acceso a comunicaciones e idealmente exento de riesgo.

El COE debe quedar constituido por aquellos organismos e instituciones con capacidades y competencias expresas para abordar adecuadamente el tipo de evento que genere la alerta o emergencia ya declarada. En función de ello, a continuación, se presenta un listado de dichos entes, correspondientes a las autoridades regionales de ministerios, y fuerzas armadas y de orden convocadas, según el Plan Regional de Emergencia 2017- 2018, de la ONEMI.

- Intendencia Regional
- Gobernación Provincial de Iquique
- Comandante del Comando Conjunto Norte
- Comandante de la VI División del Ejército
- Comandante de la Iª Brigada Aérea
- Comandante de la IVª Zona Naval
- Jefe de la Iª Zona de Carabineros
- Jefe de la Iª Zona de Policial de Investigaciones
- SEREMI de Gobierno
- SEREMI de Salud
- SEREMI de Obras Públicas
- SEREMI de Vivienda y Urbanismo
- SEREMI de Educación
- SEREMI de Justicia
- SEREMI Desarrollo Social
- SEREMI de Transporte y Telecomunicaciones
- SEREMI del Medio Ambiente
- SEREMI de Energía
- Dirección Regional de la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior
- Servicio de Salud
- Superintendente de Electricidad y combustibles
- Superintendente de Servicios Sanitarios
- Presidente del Consejo Regional de Bomberos
- Director SERNAGEOMIN

Si la ocasión lo amerita se indica que se podrá citar a las siguientes instituciones:

- SEREMI Economía y Fomento
- SEREMI Agricultura
- SEREMI Minería
- Ilustre Municipalidad de Iquique, Alto Hospicio.
- SERNAGEOMIN
- Director Regional de Aeronáutica Civil

En función a lo anterior, y de acuerdo con el Plan de Respuesta en Estado de Catástrofe en la Región de Tarapacá por la Intendencia y el Estado Mayor Conjunto del Comando Conjunto Norte (EMCO CCN) de las Fuerzas Armadas, a continuación, se presentan de forma esquemática los niveles de conducción de la organización de respuesta ante una catástrofe correspondientes a la región en cuestión.

Ilustración 2-21 Niveles de conducción y organización de respuesta ante catástrofe Región de Tarapacá

PLAN DE RESPUESTA
EN ESTADO DE CATÁSTROFE
REGIÓN DE TARAPACÁ
ANEXO “H”

HOJA N° 138/156
Iquique, 28 de octubre de 2016



Apéndice N° 1 al Anexo "H" Ritmo de operaciones.
Apéndice N° 2 al Anexo "H" Puesto de Mando JEDENA.
Apéndice N° 3 al Anexo "H" Formato SITREP.

FIRMADO: JOHN GRIFFITHS SPIELMAN / GENERAL DE DIVISIÓN / COMANDANTE CONJUNTO NORTE

DISTRIBUCIÓN: La del Plan

Fuente: Plan de Respuesta en Estado de Catástrofe Región de Tarapacá (2016)

c) Planificación de la gestión del riesgo

A continuación, se realiza una necesaria revisión de los términos amenaza, vulnerabilidad y riesgo con el fin de conocer lo planteado por diversos autores nacionales e internacionales que han relacionado sus investigaciones con la inclusión de la gestión del riesgo de desastres (en adelante GRD) dentro de los procesos e instrumentos de planificación territorial y urbana.

Según EIRD-ONU (2004), una **amenaza** se define como “un evento físico potencialmente perjudicial, fenómeno natural y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental” (p. 2). De igual forma se tiene que dichos eventos pueden incluir condiciones latentes que mantengan o aumenten la peligrosidad; éstas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos; y cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad de ocurrencia (Ibíd.). Como complemento, Arenas, Lagos & Hidalgo (2010) conciben a las amenazas como un factor externo de riesgo, representado por la potencial ocurrencia de un suceso de origen natural que puede manifestarse en un lugar específico, con una intensidad y duración determinadas.

El origen de las amenazas puede ser de índole natural o antrópico. En ese sentido se tiene que existen tres tipos de amenazas naturales, las cuales pueden ser encontradas a lo largo del territorio chileno y consisten en amenazas geológicas, hidrometeorológicas y biológicas. Las amenazas geológicas involucran procesos terrestres internos como terremotos, actividades y erupciones volcánicas, y procesos geofísicos como movimientos de masa, derrumbes, tsunamis; aquellas consideradas como hidrometeorológicas responden a procesos de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico y comprenden sequías, temporales, huracanes,

marejadas, inundaciones, aluviones, nevadas, olas de calor o frío; por último se tiene a las amenazas biológicas, las cuales son fenómenos de origen orgánico o transportados por vectores biológicos, entre las que vale mencionar al hantavirus y las mareas rojas por ser las que tienen un mayor impacto en el territorio chileno (Arenas et al, 2010: 2; EIRD-ONU, 2004: 2; EIRD-ONU, 2009: 5).

Sin embargo, la existencia de los distintos tipos de amenazas antes mencionadas no se traduce necesariamente en un desastre, ya que para que esto último ocurra se requiere que exista un asentamiento humano vulnerable que se vea afectado por estas. Para dar sentido y comprender dicha afirmación, es importante establecer primero que la **vulnerabilidad** se define como un factor interno del riesgo que mide el grado de susceptibilidad y exposición al impacto negativo de amenazas que presenta una comunidad, recurso natural o propiedad producto de la interacción de factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales (EIRD-ONU, 2004: 7; Randolph, 2004: 201).

Vistas las definiciones de los conceptos de amenaza y vulnerabilidad, es posible entender al **riesgo** como el grado de probabilidad de que se produzca una interrupción seria en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que resulte en consecuencias perjudiciales (pérdidas humanas, económicas y ambientales) resultado de la exposición de personas y bienes vulnerables frente a una amenaza, durante un período de tiempo determinado (Ibíd.).

De lo anterior se puede extraer que la probabilidad de que se genere un desastre ante la manifestación de una amenaza dependerá del grado de vulnerabilidad que presenten la población o los bienes expuestos. Esta opinión es compartida tanto por Arenas et al (2010), al afirmar que el riesgo es una función de la amenaza por la vulnerabilidad y que por ende “todos los eventos mencionados, cuando interactúan con asentamientos humanos vulnerables, pueden desencadenar un desastre” (p. 2); como por Cisterna, Lagos & Mardones (2008) al plantear que “la escasa consideración de la dinámica y recurrencia de procesos naturales extremos y su relación con el emplazamiento de viviendas puede tener consecuencias no deseadas, induciendo el riesgo de desastre” (p. 6).

Ante este escenario, y en vista de que la existencia de las amenazas es inevitable, se hace necesario enfocar los esfuerzos en combatir el riesgo, y para ello, se debe apuntar primero a la disminución de la vulnerabilidad existente en los asentamientos humanos. Con este fin se requiere llevar a cabo un análisis y gestión del riesgo adecuado que permitan diagnosticarlo para luego implementar medidas y mecanismos de prevención y mitigación orientados a disminuir su impacto. La **Gestión de Riesgo de Desastres** (GRD) es definida por Chuquisengo (2011) y EIRD-ONU (2009) como un proceso sistemático centrado en la utilización de un conjunto de decisiones administrativas, organizativas y de conocimientos operacionales con el fin de ejecutar políticas y estrategias orientadas tanto a la reducción del impacto adverso de las amenazas naturales y antrópicas, como de aquellas condiciones de riesgo que pudiesen derivar en la ocurrencia de un desastre en una comunidad, región o país. La GRD es un proceso planificado, concertado, participativo e integral, y se encuentra compuesta por tres enfoques o vertientes principales (Chuquisengo, 2011):

Tabla 2-56: Enfoques de Gestión de Riesgo de Desastre

Correctiva	Prospectiva	Reactiva
Busca reducir los riesgos ya existentes	Busca evitar la generación de riesgos aún no existentes	Busca la preparación y respuesta a emergencias

Fuente: Elaboración propia según Chuquisengo, 2011.

Como se expresa en la tabla previo, la **gestión correctiva** refiere al conjunto de acciones orientadas a reducir riesgos existentes producto de prácticas inadecuadas e irresponsables de un uso o emplazamiento de la población en el territorio. Estas intervenciones pueden ser superficiales, cuando se busca incidir en la condición de inseguridad mediante una obra de mitigación; o radicales, cuando las acciones se enfocan en incidir sobre las dinámicas causantes de las condición de inseguridad mediante la modificación de patrones de acceso y uso

de recursos, o de la injerencia en los procesos de toma de decisiones y del manejo de información relevante respecto del riesgo de desastre (Narvaéz, Lavell, & Pérez Ortega, 2009).

La **gestión prospectiva**, por su parte, refiere a todas aquellas prácticas que se orientan a garantizar que el riesgo y sus factores no se consoliden en el territorio al evitar procesos y decisiones que puedan desencadenar futuras condiciones de riesgo, y que generen la necesidad de aplicar medidas de gestión correctivas. Esta variante de la gestión del riesgo centra su acción en el ordenamiento territorial, y las normativas de construcción e inversión pública y privada, con el fin de garantizar que estas incluyan y consideren el análisis del riesgo existente (Ibíd.).

La tercera variante de la GRD corresponde a la **gestión reactiva**, proceso mediante el cual la sociedad y sus instituciones se preparan para enfrentar de forma oportuna y adecuada los efectos de un desastre o emergencia. Estas medidas hacen frente a las consecuencias producto de la ocurrencia del evento y se enfocan en proteger la vida humana, reducir las pérdidas, atender a los afectados y restablecer las condiciones originales de la zona afectada evitando reconstruir las condiciones de riesgo que condujeron al desastre (UNICEF; et al, 2010, pág. 94).

Una postura alternativa a la comprensión de la GRD como una composición de tres variantes, es aquella postulada por Beatley (2009), quien plantea que la planificación para las amenazas naturales se encuentra conformada por 4 etapas: Prevención/Mitigación, Preparación, Respuesta y Recuperación; las que agrupadas conforman el **Marco PPRR** para la gestión de desastres. Respecto a las 4 etapas el autor aclara que la **prevención y mitigación** se enfocan en medidas de largo plazo que buscan reducir el riesgo existente (asimilable a una gestión correctiva); la **preparación** abarca las acciones a tomar previo a la ocurrencia de una desastre natural con el fin de prever, responder y recuperarse de forma efectiva de sus impactos probables evitando la generación de un nuevo riesgo (asimilable a una gestión prospectiva); la **respuesta y recuperación** se orientan hacia aquellas actividades desarrolladas inmediatamente después de la ocurrencia del evento, con el fin de reducir sus impactos y atender las necesidades generadas a partir de este (asimilables a una gestión reactiva) (Beatley, 2009; DIPECHO, 2012).

Como contribución a la discusión generada en torno a la GRD, se considera relevante hacer mención de un concepto que busca complementar lo que se entiende por gestión de riesgo al incluir el componente social, y es aquel conocido como **Gestión Integrada del Riesgo de Desastres** (GIRD), la cual se define como:

“Un proceso social y político, sistemático y continuo, a través del cual se busca controlar los procesos de creación o construcción de riesgo o disminuir el riesgo existente con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre, con la intención de fortalecer los procesos de desarrollo sostenible y la seguridad integral de la población” (Guevara y Orozco, 2011, p. 16).

2.3 ANÁLISIS PROBABILÍSTICO Y DE SUSCEPTIBILIDAD

2.3.1 Introducción

Los procesos geodinámicos producen modificaciones de diversas magnitudes en la superficie terrestre que constituyen peligros geológicos que afectan de forma directa o indirecta las actividades humanas. Se entiende como peligro geológico, o amenaza (como se refiere en este estudio), a la condición o proceso geológico potencialmente catastrófico. La situación geográfica en que se emplazan las ciudades de Iquique y Alto Hospicio determina que los fenómenos de actividad sísmica, tsunamis y de remociones en masa (analizadas, separadamente en este estudio, como procesos de laderas y como flujos de barro y/o detritos) constituyan las amenazas prioritarias en el área de estudio, donde las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del relieve lo convierten en la principal fuente de fenómenos naturales de este tipo.

A continuación, se especifican los antecedentes utilizados en este estudio, la metodología general llevada a cabo para abordar los análisis de las amenazas priorizadas y, por último, el contexto geológico-geomorfológico y climático-hidrológico del área de estudio. Esta información se utilizó para elaborar el análisis de las amenazas priorizadas que potencialmente podrían afectar o han afectado al área de estudio, considerando los factores condicionantes¹⁴ característicos en cada una de ellas, tal como se muestra más adelante.

a) Antecedentes disponibles

La información topográfica disponible consiste en curvas de nivel de detalle (escala 1:1.000) provenientes del levantamiento topográfico realizado para la Actualización de Plan Regulador Comunal de Iquique, generado por GEOCEN, las que fueron complementadas con curvas de nivel extraídas del Modelo de Elevación Digital (DEM por su siglas en inglés) SRTM¹⁵ y con cartografía del Instituto Geográfico Militar para tener una referencia topográfica regional y de trabajo para Alto Hospicio, área que no posee topografía de detalle como el área metropolitana de la comuna de Iquique. Por otra parte, se consultó el catálogo de imágenes satelitales disponibles en la plataforma Google Earth y Bing Maps © como complemento a una ortofoto digital (pixel 20 cm) que cubre parcialmente el área de estudio. A partir de esta información, se elaboraron cartas de parámetros morfométricos (elevación, pendientes y relieve sombreado), que fueron utilizados como apoyo para los análisis de las amenazas abordadas en este estudio.

Con respecto a los antecedentes recopilados, se contó con el material entregado por la Contraparte Técnica, incluyendo estudios realizados por la ONEMI¹⁶, por la DOH¹⁸ y por el SERNAGEOMIN¹⁹. Además, se consideraron antecedentes históricos de publicaciones científicas, libros y registros de prensa de eventos peligrosos que han afectado al área de estudio.

b) Metodología general

Con base en los antecedentes disponibles, se elaboraron mapas que señalan cuáles son los sectores más expuestos a sufrir los efectos de la potencial ocurrencia de las amenazas estudiadas. Estos mapas fueron calibrados a partir de las observaciones de terreno y del catastro realizado. Dada la escala, alcances y plazos de este estudio no se realizaron modelos numéricos como simulaciones determinísticas para estos procesos. Además, en la medida que fue posible, se realizó una aproximación de probabilidades cualitativas (Muy

¹⁴ Los factores condicionantes corresponden a aquellos que generan una situación potencialmente inestable. Estos corresponden principalmente a la geomorfología, geología y geotecnia, que actúan controlando la susceptibilidad de una zona a generar peligros.

¹⁵ *Shuttle Radar Topography Mission*. Corresponde a un modelo de elevación absoluto con un tamaño de celda de ~30 metros.

¹⁶ ONEMI, 2017. Plan regional de emergencia 2017-2018. Dirección Regional de Tarapacá.

¹⁷ ONEMI, 2017. Plan específico de emergencia por variable de riesgo aluvional. Región de Tarapacá.

¹⁸ ARCADIS-MOP, 2012. Estudio de factibilidad “Construcción obras aluvionales en quebradas de Iquique y Alto Hospicio”.

¹⁹ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá

probable, Bastante Probable, Probable, Poco Probable, Improbable) como se señala en la “Guía de análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial”²⁰.

c) Contexto geológico – geomorfológico del área de estudio

El relieve de la Región de Tarapacá presenta cuatro unidades geomorfológicas longitudinales características del territorio nacional: Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera Principal²¹⁻²². El área de estudio comprende las dos primeras unidades: en las Planicies Litorales se ubica la ciudad de Iquique, mientras que, inmediatamente al este y a una altura de 550 m s. n. m., en una cuenca intramontana de la Cordillera de la Costa, se encuentra la ciudad de Alto Hospicio. La Planicie Litoral tiene una altura máxima de 300 m, un ancho de hasta 3 km y está formada por plataformas de abrasión cubiertas parcialmente por algunos abanicos aluviales originados en las quebradas del escarpe costero. La Cordillera de la Costa constituye un macizo o cadena montañosa regular que, en la región, alcanza alturas de hasta 1.500 m s. n. m. y un ancho promedio de 30 km. El borde occidental de la Cordillera de la Costa está limitado por el Acantilado Costero o Escarpe Costero, que la separa de las planicies litorales desarrolladas al pie de esta cordillera²³, con alturas que alcanzan hasta 1000 metros con respecto a la base en el área de estudio.

En el área de estudio, las rocas más antiguas (que afloran en ambas unidades geomorfológicas) están constituidas por una secuencia de rocas volcano-sedimentarias jurásicas y cretácicas (de hace unos 200 a 100 millones de años, intruidas por granitoides del mismo período. A partir del Mioceno²⁴, luego de un hiato²⁵ de varios millones de años, se depositaron secuencias de sedimentos, representadas por las Gravas de Alto Hospicio, que rellenan cuencas intramontanas o están colgados en las laderas de valles, evidenciando varios episodios de alzamiento relativo de la Cordillera de la Costa e incisión de estas unidades. Al mismo tiempo, se produjo un alzamiento costero que inició la formación del Escarpe Costero, el cual fue retrocediendo producto de la abrasión marina²⁶, y alcanzó su posición actual (hace unos 3 o 2 millones de años, aproximadamente).

Particularmente, la ciudad de Iquique está labrada sobre rocas volcano-sedimentarias cretácicas (que afloran en superficie debido a la actividad de la Falla Zofri) y sobre depósitos litorales y eólicos²⁷. Por otra parte, la comuna de Alto Hospicio está emplazada, mayormente, sobre las Gravas de Alto Hospicio, una secuencia de sedimentos compuestos por gravas bien consolidadas y areniscas de origen aluvial. Una característica sobresaliente de estos depósitos es que se encuentran fuertemente cementados por sales y/o nitratos.

Los principales elementos estructurales están constituidos por fallas de orientación este-oeste y norte-sur, las que forman parte del Sistema de Fallas Atacama (SFA). La actividad cuaternaria²⁸ de estas estructuras se expresa a través de escarpes de falla en la Cordillera de la Costa y de algunas superficies aluviales abandonadas, debido al movimiento de estas estructuras²⁹. Las principales estructuras este-oeste corresponden, de norte a sur a las siguientes: Falla Zofri, Falla Cavanca, Fallas del sector Alto Hospicio, Falla Molle y Falla Tarapacá.

²⁰ Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011. Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial.

²¹ Börgel, 1983. Geografía de Chile, Tomo II: Geomorfología. Instituto Geográfico Militar: 182 p. Santiago.

²² Paskoff, 1989. Zonality and Main Geomorphic features of the Chilean coast. Essener Geographische Arbeiten 18:S237-267.

²³ Paskoff, 1988-1989. Sobre la evolución geomorfológica del gran acantilado costero del Norte Grande de Chile.

²⁴ Época geológica que se extiende desde hace unos 25 millones de años hasta hace unos 5 millones de años.

²⁵ Se denomina hiato a un intervalo de tiempo que no está representado por estratos en un lugar determinado. Su existencia puede deberse a la erosión o a la ausencia de sedimentación.

²⁶ La abrasión marina es el desgaste causado a una roca provocado por el oleaje.

²⁷ Los depósitos eólicos están formados por sedimentos transportados por el viento, como la Duna Cerro Dragón.

²⁸ Período geológico que se inició hace 2,6 millones de años y llega hasta la actualidad.

²⁹ Marquardt et al., 2008. Geología de las Ciudades de Iquique y Alto Hospicio, Región de Tarapacá. Escala 1:25.000. Sernageomin, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 133: 33 pp. Santiago.

d) Contexto climático – hidrológico del área de estudio

El área de estudio se ubica en una de las zonas más áridas del mundo. El clima en Iquique y en Alto Hospicio se define como desértico con nublados abundantes, provocado por un complejo mecanismo de interacción entre el océano, la atmósfera y el continente³⁰. Esta zona desértica desarrolla abundante nubosidad de limitado espesor, que se manifiesta como nieblas o camanchacas en sectores de la Cordillera de la Costa, produciendo la condensación de la humedad en pequeñas gotas. La zona se caracteriza por condiciones de extrema aridez, las que se han extendido, a lo menos, desde el Mioceno medio³¹, con una escasa oscilación térmica diaria, y apenas unos 6° a 7° de diferencia entre los meses cálidos y fríos³² y con la casi inexistencia de precipitaciones³³; de hecho, la precipitación media anual es de 0,6 milímetros³⁴. Las precipitaciones en la costa suelen ocurrir durante los meses de invierno, aunque también existen registros de precipitaciones en verano, y se observa que los eventos de precipitaciones que ocurren en la costa, pocas veces alcanzan la depresión intermedia. Por otra parte, las cuencas aportantes a las planicies litorales de la comuna de Iquique se limitan a la vertiente oeste de la Cordillera de la Costa, y no se extienden hasta la depresión intermedia.

Por su condición desértica, la región de Tarapacá presenta una hidrografía bastante típica, que drena desde la alta cordillera hacia la vertiente pacífica, y presenta escurrimientos estivales que se infiltran en la pampa³⁵.

2.3.2 Amenaza de Actividad sísmica

La amenaza de actividad sísmica se abordó a través del análisis de dos componentes: (1) respuesta sísmica de suelos y (2) aceleraciones máximas asociadas a la actividad de fallas corticales. Ambos análisis fueron realizados considerando las metodologías presentadas en el “Mapa 4: Respuesta Sísmica”³⁶ (elaborado a escala 1:20.000) y “Mapa 5: Aceleraciones horizontales máximas (PGA) asociadas a las fallas cuaternarias”³⁷ (elaborado a escala 1:50.000), que abarcan las ciudades de Iquique y Alto Hospicio y que fueron publicados por el SERNAGEOMIN el año 2013.

a) Respuesta sísmica de suelos

i) Antecedentes

La zonificación de la calidad del suelo se basa en dos antecedentes: la geología disponible a escala 1:100.000 (Mapa Geológico de Iquique³⁸), y los valores de la velocidad Vs30 (velocidad media de las ondas de corte en los 30 metros superficiales del terreno) obtenidos por el Proyecto FONDEF más Andes (D10|1027)³⁹.

En la actualidad se considera que Vs30 es un indicador del comportamiento sísmico de las unidades de los suelos de fundación. Este comportamiento depende tanto de las características litológicas o sedimentarias de

³⁰ Rutlant, 1998. Interacción océano-atmósfera-tierra en la Región de Antofagasta (Chile, 23°S): Revista Chilena de Historia Natural 71: 405-427.

³¹ Dunai et al., 2005. Oligocene-Miocene age of aridity in the Atacama Desert revealed by exposure dating of erosion-sensitive landforms. *Geology* 33: 321-324.

³² Fuenzalida, 1966. Climatología. In Geografía Económica de Chile, Primer apéndice, CORFO: 98-152.

³³ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá

³⁴ Cruz y Calderón, 2008. Guía Climática Práctica. Dirección Meteorológica de Chile.

³⁵ Municipalidad de Alto Hospicio, 2012-2016. Actualización Plan de desarrollo Comunal de Alto Hospicio. Subsecretaría de desarrollo Regional y Administrativo. Gobierno de Chile.

³⁶ Ramírez, P., 2013. Mapa 4: Respuesta sísmica. Escala 1:20.000. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá.

³⁷ SERNAGEOMIN, 2013. Mapa 3 Aceleraciones horizontales máximas (PGA) asociadas a fallas cuaternarias. Escala 1:50.000. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá.

³⁸ Sepúlveda y Vásquez, 2013. Cartas Iquique y Pozo Almonte, Región de Tarapacá. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica Nos. 162-163, 103 pp., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.

³⁹ Disponibles en <http://geodev.ing.puc.cl/sigas/>

las unidades geológicas, como de su espesor. La norma sísmica chilena para el diseño de edificios (NCh433) y de instalaciones industriales (NCh2369) han clasificado los diferentes tipos de suelo de acuerdo a su rango de Vs30, tal como se muestra en la Tabla 2-57:

Tabla 2-57 Tipos de suelo en las normas chilenas para diseño de edificios e instalaciones industriales.

VS30 (m/s)		0	180	400	500	760	900	1.500	+
TIPOS DE SUELO	NCh433		E	D	C	B		A	
	NCh2369		IV	III	II		I		

Fuente: Elaboración propia

ii) Metodología de trabajo aplicada para el estudio de actividad sísmica

Como primer paso, se clasificaron las unidades geológicas de acuerdo a las disposiciones del NEHRP⁴⁰ (Tabla 2-58). Luego, estas unidades geológicas fueron subdivididas en unidades morfológicas de acuerdo a su espesor (extraído de Becerra et al (2016)⁴¹.) y geomorfología de los depósitos no consolidados.

Tabla 2-58 Clasificación de suelos basada en las disposiciones del NEHRP (*).

Clase de suelo	Descripción	Unidad geológica
B	Roca	Formación El Godo, basaltos
		Formación El Godo, lutitas
		Formación Caleta Ligate, areniscas
		Formación Oficina Viz
		Granito Molle
		Granitoides del Cretácico Inferior (dioritas)
		Cuerpos hipabisales andesíticos del Cretácico Inferior
		Formación Punta Barranco, Miembro superior volcánico
		Formación Punta Barranco, Miembro basal clástico
		Complejo intrusivo Punta Negra, diorita
		Complejo intrusivo Punta Negra, granodiorita
		Cuerpos hipabisales
		Tonalita Huantajaya
C	Suelo muy denso o roca blanda	Gravas de Alto Hospicio
D	Suelo rígido	Depósitos litorales
		Depósitos de guano
		Depósitos coluviales
		Depósitos aluviales antiguos del Pleistoceno-Holoceno
E	Suelo blando	Depósitos eólicos en mantos
		Depósitos de remoción en masa
		Depósitos eólicos en dunas estelares
		Depósitos eólicos en dunas lineales
F	Suelo que requiere evaluación específica	Depósitos antrópicos

Fuente: Elaboración propia basado en Building Seismic Safety Council⁴²

⁴⁰ Building Seismic Safety Council, 2004. NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures.

⁴¹ Becerra et al., 2016. The 2014 earthquake in Iquique, Chile: Comparison between Local Soil Conditions and Observed Damage in the cities of Iquique and Alto Hospicio.

⁴² Building Seismic Safety Council, 2004. NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures.

Luego, para estandarizar y poder establecer correlaciones entre el comportamiento de cada tipo de suelo y los valores de Vs30 disponibles, se definieron cinco categorías de Vs30 (Tabla 2-59).

Tabla 2-59 Categoría basada en la velocidad media de las ondas de corte en los 30 metros superficiales del terreno Vs30.

Categoría	Vs30 (m/s)
Insuficiente	320 - 400
Suficiente	400 – 500
Regular	500 – 760
Bueno	760 – 900
Muy Bueno	900 - 1500

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el estándar definido depende de los siguientes factores: (1) el espesor, (2) el valor mínimo del rango Vs30, y (3) el tipo de suelo de acuerdo a la clasificación del NEHRP. Por lo tanto, la clasificación del comportamiento de suelo se puede correlacionar y es compatible con las normas sísmicas mencionadas anteriormente, tal como muestra la Tabla 2-60:

Tabla 2-60 Calidad del suelo en base a su unidad geológica y el valor Vs 30.

Clase de suelo	Descripción	Unidad geológica	Categoría Vs30	Vs30 min	Vs30 máx	VS medido	Espesor	Tipo
B	Roca	Formación El Godo, basaltos	MB - B	760	1500	-	-	I
		Formación El Godo, lutitas				-	-	I
		Formación Caleta Ligate, areniscas				-	-	I
		Formación Oficina Viz				-	-	I
		Granito Molle				-	-	I
		Granitoides del Cretácico Inferior (dioritas)				-	-	I
		Cuerpos hipabisales andesíticos del Cretácico Inferior				-	-	I
		Formación Punta Barranco, Miembro superior volcánico				760 - 1500	-	I
		Formación Punta Barranco, Miembro basal clástico				-	-	I
		Complejo intrusivo Punta Negra, diorita				-	-	I
		Complejo intrusivo Punta Negra, granodiorita				-	-	I
		Cuerpos hipabisales Tonalita Huantajaya				-	-	I
C	Suelo muy denso o roca blanda	Gravas de Alto Hospicio	B	500	900	500 - 900	15 m	II
D	Suelo rígido	Depósitos litorales	B - I	320	1500	760 - 1500	may-15	II
		Depósitos litorales				-	-	III

Clase de suelo	Descripción	Unidad geológica	Categoría Vs30	Vs30 min	Vs30 máx	VS medido	Espesor	Tipo
		Depósitos litorales				500 - 1500	5 – 15 m	III
		Depósitos litorales				400 - 760	profundo	IV
		Depósitos litorales				(*)	5 - 15 m	IV
		Depósitos litorales				320- 400	Profundo y afloramientos de agua	V
		Depósitos de guano				-	-	III
		Depósitos coluviales				-	-	IV
		Depósitos aluviales antiguos del Pleistoceno-Holoceno				-	-	IV
E	Suelo blando	Depósitos eólicos en mantos	R - I	320	760	500 - 760	5 – 25 m	III
Depósitos eólicos en mantos					-	-	III	
E		Depósitos eólicos en mantos				320 - 500	> 30 m	IV
		Depósitos de remoción en masa				-	-	IV
		Depósitos eólicos en dunas estelares				-	-	V
		Depósitos eólicos en dunas lineales				320 - 500	> 30 m	V
F	Suelo que requiere evaluación específica	Depósitos antrópicos	I			-	-	V

Fuente: Elaboración propia a partir de Building Seismic Safety Council⁴³

(*) Dato con valor de PGA = 0,6 y valores de espesor extraídos de Becerra et al. (2016)⁴⁴.

A partir de los criterios anteriores el área de estudio quedó dividida en distintas zonas de acuerdo a la respuesta sísmica de sus suelos. En este trabajo se utilizan cinco categorías, de la I a la V, donde la Zona I es la que tiene mejor respuesta y la Zona V, la peor (ver Tabla 2-61).

Tabla 2-61 Clasificación de tipos de suelo según su respuesta sísmica esperada.

Clase de suelo	0	320	400	500	760	900	1,500 +
B							Zona I
C					Zona II		
D						Zona II	
					Zona III		
E			Zona V				
					Zona III		
Espesor		> 30 metros		De 0 a 25 metros			

Fuente: Elaboración propia

⁴³ Building Seismic Safety Council, 2004. NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures.

⁴⁴ Becerra et al., 2016. The 2014 earthquake in Iquique, Chile: Comparison between Local Soil Conditions and Observed Damage in the cities of Iquique and Alto Hospicio.

iii) Discusión y resultados

Finalmente, las clases de suelo establecidas en este trabajo de acuerdo a la respuesta sísmica esperada corresponden a las siguientes:

- **Zona I:** Corresponden a unidades geológicas de roca, clasificadas en base a las disposiciones del NHERP como suelo tipo B (Building Seismic Safety Council, 2004⁴⁵), cuyos valores empíricos de Vs30 obtenidos por el Proyecto FONDEF más Andes (D10|1027)⁴⁶, se encuentran entre 760 y 1500 (m/s). Además se incluyen todas las unidades morfológicas de este mismo tipo (clasificadas en base a su geología) de las cuales no se tienen antecedentes empíricos. Se consideran rocas firmes.
- **Zona II:** Corresponden a unidades morfológicas, clasificadas como suelos tipo C y D en base a las disposiciones del NHERP (Building Seismic Safety Council, 2004), cuyos valores empíricos de Vs30 (obtenidos por FONDEF más Andes (D10|1027)) se encuentran entre 500 - 900 m/s y 760 - 1500 m/s, respectivamente. Y que además sus espesores de suelo se encuentran entre 5 y 15 m de potencia. Además se incluyen todas las unidades morfológicas de este mismo tipo (clasificadas en base a su geología) de las cuales no se tienen antecedentes empíricos. Se consideran como suelo muy denso o roca blanda, o suelo rígido.
- **Zona III:** Corresponden a unidades morfológicas, clasificadas como suelos tipo D y E en base a las disposiciones del NHERP (Building Seismic Safety Council, 2004), cuyos valores empíricos de Vs30 (obtenidos por FONDEF más Andes (D10|1027)) se encuentran entre 500 - 1500 m/s y 500 - 760 m/s, respectivamente. Y que además sus espesores de suelo se encuentran entre 5 y 15 m de potencia. Además se incluyen todas las unidades morfológicas de este mismo tipo (clasificadas en base a su geología) de las cuales no se tienen antecedentes empíricos. Corresponden a unidades de suelo (rígido o blando).
- **Zona IV:** Corresponden a unidades morfológicas clasificadas como suelos tipo D en base a las disposiciones del NHERP (Building Seismic Safety Council, 2004), cuyos valores empíricos de Vs30 (obtenidos por FONDEF más Andes (D10|1027)) se encuentran entre 400 y 760 m/s. Y que además sus espesores de suelo son mayores a 25 m de potencia. Además se incluyen todas las unidades morfológicas de este mismo tipo (clasificadas en base a su geología) de las cuales no se tienen antecedentes empíricos. Se consideran suelos blandos.
- **Zona V:** Corresponden a unidades morfológicas, clasificadas como suelos tipo D y E en base a las disposiciones del NHERP (Building Seismic Safety Council, 2004), cuyos valores empíricos de Vs30 (obtenidos por FONDEF más Andes (D10|1027)) se encuentran entre 320 a 400 m/s y 320 - 500 m/s, respectivamente. Y que además sus espesores de suelo tienen más de 30 metros de potencia. Además se incluyen todas las unidades morfológicas de este mismo tipo (clasificadas en base a su geología) de las cuales no se tienen antecedentes empíricos. Esta unidad incluye suelos blandos, también antrópicos, y los que tienen nivel freático somero identificado.

Los sectores con peor respuesta sísmica, es decir más propensos a generar efectos de sitio, se distribuyen en el entorno de Cerro Dragón (sector norte y poniente), que corresponden a Zona V.

Los suelos blandos (Zona IV), tienen mala respuesta sísmica y se encuentran en el área de la Zofri (Bahía Iquique), el sector de Caleta Cavanca, los depósitos coluviales del acantilado costero entre Caleta Cavanca y Caleta Zorros, el depósito de avalancha de Caleta Zorros, también en el sector noreste de Alto Hospicio.

⁴⁵ Building Seismic Safety Council, 2004. NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures.

⁴⁶ Disponibles en <http://geodev.ing.puc.cl/sigas/>

b) Aceleraciones máximas asociadas a la actividad de fallas corticales

i) Antecedentes

Los sismos de fuente cortical corresponden a aquellos eventos que ocurren dentro de la placa Sudamericana, en la corteza, a profundidades menores a 30 km, debido a la deformación generada por la convergencia entre las placas y por esfuerzos locales. Una de las manifestaciones físicas de este tipo de sismo son las fallas. En este estudio, se entiende como falla potencialmente activa, aquella que presenta deformación cuaternaria asociada (escarpes en unidades cuaternarias, o cortes en abanicos aluviales actuales, por ejemplo) y por lo tanto, se asume que podrían ser capaces de generar sismos. Sin embargo, para el norte de Chile hay pocos antecedentes acerca del periodo de recurrencia sísmica de estas fallas (para terremotos de cualquier grado), entonces es imposible predecir si efectivamente ocurrirán terremotos asociados a ellas. Para estos análisis, se consideraron las estructuras publicadas por el SERNAGEOMIN (2013)⁴⁷.

ii) Metodología de trabajo aplicada para el estudio de actividad sísmica

El estudio determinístico de peligro sísmico asociado a fallas corticales potencialmente activas es usualmente abordado por medio de la estimación de aceleraciones máximas posibles en cada punto del terreno. Estas aceleraciones están asociadas al mayor evento sísmico que podría producirse en cada una de las fallas potencialmente activas, es decir, suponiendo la ruptura completa de las estructuras. Para esto, primero se estiman las magnitudes máximas posibles (asociadas a las dimensiones de cada falla), y posteriormente se utilizan leyes de atenuación de aceleración (PGA) apropiadas al país, y específicas para el tipo de suelo, tipo de falla, etc. Por lo tanto, el valor de aceleración máxima representado en cada punto del mapa, podría estar asociado a cualquiera de las fallas que lo rodea, no necesariamente a la falla más cercana, sino más bien a la más influyente.

El PGA (*Peak Ground Acceleration*) corresponde a la aceleración máxima registrada en un acelerógrafo, esta puede estar dada en sus dos componentes horizontales (PGA_h) y/o en la vertical (PGA_v); usualmente se utiliza la máxima de sus tres componentes, la cual suele ser horizontal. En ausencia de datos instrumentales se recurre a leyes o ecuaciones de atenuación sísmica que son desarrolladas para características geológicas específicas de la zona en la cual se construyen. Una ecuación de atenuación corresponde a una expresión semi empírica que relaciona Magnitud-Distancia-Intensidad Sísmica; es decir, la aceleración, la velocidad, el desplazamiento y la intensidad de los eventos sísmicos en función de la distancia (epicentral o hipocentral) y la magnitud.

Las magnitudes (M_w) máximas posibles, fueron calculadas a partir de la relación empíricas de Wells y Coppersmith⁴⁸, la cual relaciona la magnitud máxima esperada con las dimensiones de la estructura.

$$M_w = a + b \cdot \log(\text{SRL});$$

Donde: a = 5, 08; b = 1, 16; SRL: largo de superficie de ruptura (km).

Debido a que no existen leyes de atenuación específicas para Chile en fallas corticales, se utilizó una ley de atenuación de Ambraseys y Douglas (2003)⁴⁹ (para aceleraciones horizontales) modificada. Esta ley de atenuación, es válida para sismos de magnitud M_s entre 5,8 y 7,8; y refleja mejor el comportamiento a distancias menores a 15 km. La ecuación general corresponde a:

$$\text{Log}(y) = b_1 + b_2 \cdot M_s + b_3 \cdot d + b_A \cdot S_A + b_S \cdot S_S$$

⁴⁷ Sepúlveda y Vásquez, 2013. Cartas Iquique y Pozo Almonte, Región de Tarapacá. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica Nos. 162-163, 103 pp., 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.

⁴⁸ Wells, D. y Coppersmith, K., 1994. New Empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement.

⁴⁹ Ambraseys y Douglas, 2003. Near-field horizontal and vertical earthquake ground motions. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 23, pp. 1-18.

Donde los valores de las constantes de la ecuación son: $b_1=-0,659$, $b_2=0,202$, $b_3 =-0,0238$, $b_A=0,020$ y $b_S=0,029$. M_S es la magnitud superficial, d es la distancia a la proyección en superficie del plano de ruptura en km, S_A y S_S toman valores de 0 y 1 dependiendo del material del terreno, siendo 1 para suelo blando, y 0 para cualquier otro tipo (por lo que se toma 0 para roca). En general se considera que el tipo de suelo del área de estudio corresponde a suelo denso y/o roca blanda, por lo que se toma el valor $S_A = S_S = 0$. De este modo la ecuación general de atenuación para la aceleración horizontal de Ambraseys y Douglas (2003) queda dada por la siguiente ecuación (en m/s^2).

$$\text{Log}(a_h) = -0,659 + 0,202 * M_S - 0,0238 * d$$

En este trabajo fue utilizada la ecuación de Ambraseys y Douglas (2003) modificada de acuerdo a los datos presentados en la Tabla 2-62⁵⁰ en el estudio realizado por el SERNAGEOMIN (2013). Este estudio presenta la forma de la ecuación utilizada para cuantificar las aceleraciones máximas alcanzadas como función de la magnitud esperada, pero omite los coeficientes utilizados. En consecuencia, estos coeficientes se estimaron mediante una regresión lineal, en base a los datos contenidos en la Tabla 2-62 del estudio, logrando identificarse dos tipos de datos: (1) PGA máximo, asociado a una distancia de 1 km y a un sismo de magnitud conocida, y (2) PGA conocido, asociado a una distancia específica y a una magnitud conocida. Como resultado de eso, se obtiene un coeficiente de determinación de 99,99%, lo que indica que la estimación de los coeficientes utilizados es buena.

Tabla 2-62 Distancias que alcanzan diferentes valores de PGA para cada estructura, calculados en base a las leyes de atenuación de Ambraseys y Douglas (2003).

Sistema	N°	Estructura	Longitud (Km)	Tipo	Mw	PGA máx (%g)	Distancia (Km) para distintos valores de PGA (%g)									
							50%	45%	40%	35%	30%	25%	20%	15%	10%	5%
E-W	1	Punta Negra	25,93	Inv	6,7	48,3	0	2.29	4.44	6.87	9.69	13.01	17.09	22.32	29.71	42.35
	2.1	Zofri norte	29,11	Inv	6,8	49,69	0	2.8	4.95	7.39	10.21	13.53	17.6	22.84	30.23	42.9
	2.2	Zofri sur	20,19	Inv	6,6	45,41	0	1.16	3.31	5.74	8.56	11.88	15.96	21.2	28.6	41.22
	3	Cavanca	18,48	Inv	6,5	44,42	0	0	2.91	5.34	8.16	11.48	15.56	20.8	28.2	40.82
	4.1	Bajo Molle	13,9	Inv	6,4	41,41	0	0	1.63	4.06	6.88	10.2	14.28	19.51	26.9	39.54
	4.2	Bajo Molle sureste	16,21	Inv	6,5	43,02	0	0	2.32	4.76	7.58	10.9	14.97	20.21	27.6	40.24
	5	Tarapacá	32,43	Inv	6,8	51,03	1.37	3.29	5.44	7.87	10.69	14.01	18.09	23.32	30.71	43.35
N-S	6	Alacrán	27,16	Inv	6,7	48,85	0	2.49	4.64	7.07	9.89	13.21	17.29	22.53	29.92	42.55
	7	Guantaca	9,97	Inv	6,2	38,16	0	0	0	2.57	5.39	8.7	12.78	18.02	25.41	38.05
	8	Cerro Mollecito	5	Inv	5,9	32,2	0	0	0	0	2.29	5.61	9.69	14.92	22.31	34.95
NW-SE	9	Los Cóndores	5	Inv	5,9	32,2	0	0	0	0	2.29	5.61	9.69	14.92	22.31	34.95
	10	Alto Hospicio	6,6	Inv	6,0	34,48	0	0	0	0	3.54	6.85	10.93	16.17	23.56	36.2
	11	Estación Las Carpas	10,2	Inv	6,2	38,37	0	0	0	2.67	5.49	8.81	12.89	18.12	25.51	38.15
	12	Caleta Molle	5	Inv	5,9	32,2	0	0	0	0	2.29	5.61	9.69	14.92	22.31	34.95
	13	Alto Hospicio Sur	6,85	Inv	6,0	34,8	0	0	0	0	3.71	7.02	11.1	16.34	23.73	36.4
	14	Vertedero	5	Inv	5,9	32,2	0	0	0	0	2.29	5.61	9.69	14.92	22.31	34.95

Fuente: Extraído de SERNAGEOMIN (2013)⁵¹.

⁵⁰ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá

⁵¹ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá

En consecuencia, la ecuación utilizada es la siguiente:

$$\text{Log}(a_h) = -1,75 + 0,213 * M_s - 0,0238 * d$$

El análisis fue realizado para cada una de las fallas del área de estudio y del entorno cercano (ya que un sismo generado en una falla ubicada fuera del área de estudio, podría influir dentro del área). Se eligió esta opción más conservadora debido a que no existe certeza acerca de las fallas que se pueden clasificar como potencialmente activas. En específico, se analizaron las fallas con magnitudes empíricas M_w en el rango 5,8 a 7,8, y el PGA se estimó hasta una distancia máxima de 15 km con respecto a las fallas. Los resultados obtenidos muestran que las magnitudes están en el rango entre 3,7 y 6,8, siendo las estructuras de orientación EW las que presentan los valores más altos; mientras que las aceleraciones máximas (medidas a 1 km de cada falla) están en el rango entre 0,27 g y 0,51 g.

Cabe mencionar que el largo de las fallas no está bien constreñido, y por lo tanto podrían ser capaces de generar sismos mayores a los estimados en este trabajo; en ese sentido, se debe considerar que cada falla puede ser capaz de presentar zonas de rupturas mayores a las esperadas, y por tanto aceleraciones mayores a las calculadas en este trabajo.

Finalmente, se definieron cuatro categorías de PGA, las cuales se correlacionaron con una escala de peligrosidad de acuerdo al GSHAP (1999)⁵².

iii) Discusión y resultados

Las cuatro categorías de PGA definidas de acuerdo al GSHAP (1999) y la peligrosidad asociada⁵³, son las siguientes:

Tabla 2-63 Peligrosidad asociada a aceleración máxima en cada zona del área de estudio.

Rango de PGA	Peligrosidad
> 0,5 g	Alto
0,45 – 0,5	
0,40 – 0,45	
0,35 – 0,40	Medio

Fuente: Elaboración propia a partir de GSHAP (1999).

Asumiendo que todas las fallas del área de estudio son potencialmente activas, se obtiene que estas fueran capaces de generar magnitudes M_w entre 3,7 y 6,8, si es que dichas estructuras tienen ruptura sísmica a lo largo de su traza completa. Por otro lado, las aceleraciones máximas teóricas del área de estudio (medidas a una distancia de 1 km con respecto a cada falla) están en el rango entre 0,27 g y 0,51 g.

El sector expuesto a las máximas aceleraciones se encuentra en el área de Bahía Chiquinata (Playa Blanca), asociado a una falla de orientación E-W, en la cual se esperarían aceleraciones mayores a 0,5 g. En el sector de la Bahía Iquique ocurrirían aceleraciones de hasta 0,5 g. En ambos casos la aceleración va disminuyendo hacia el norte y hacia el sur, a ambos lados de la falla.

Sin embargo, dado que la metodología utilizada para estimar las aceleraciones *peak* máximas (PGA) se basa en el largo de las fallas en superficie, y que estas no están necesariamente bien constreñidas (traza oculta, traza sin ruptura superficial, escala del mapeo geológico utilizado, etc), es posible que algunas estructuras sean capaces de generar sismos mayores a los estimados en este trabajo, y por lo tanto mayores aceleraciones.

⁵² Giardini, 1999. The GSHAP global seismic hazard map. *Annals of Geophysics*, 42(6).

⁵³ SERNAGEOMIN, 2013. Mapa 3 Aceleraciones horizontales máximas (PGA) asociadas a fallas cuaternarias. Escala 1:50.000. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá.

2.3.3 Amenaza de Tsunami o maremoto

Los tsunamis o maremotos corresponden a un frente de onda, a veces en forma de una ola o un grupo de olas, de gran energía y tamaño que se producen como consecuencia de algún fenómeno extraordinario que desplaza verticalmente una gran masa de agua. Este fenómeno puede ser provocado por un movimiento sísmico⁵⁴, un deslizamiento de tierra, una erupción volcánica, tifones o huracanes. En Chile, los más comunes han estado relacionados a sismos de subducción, de magnitud M_w sobre 7, con epicentros ubicados en el fondo marino, que pueden ser 2 tipos: (1) de “origen cercano”, donde la población siente el terremoto que generará el maremoto, como los grandes terremotos ocurridos en Chile (por ejemplo, 1922, 1960, 2010 y 2014), y (2) de “origen lejano”, donde la población no es alertada por un movimiento sísmico previo al arribo del maremoto, como sucedió en Japón o Hawái con el maremoto resultante del terremoto de Valdivia de 1960.

A continuación, se presentan los antecedentes recopilados que incluyen registros de tsunamis históricos y estudios realizados en el área de estudio; además, se detalla la metodología llevada a cabo en este estudio para analizar esta amenaza, junto con los resultados obtenidos.

a) Antecedentes y catastro

En la Tabla 2-64, se presentan los principales eventos de tsunamis que han afectado a la comuna de Iquique según el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

Tabla 2-64 Registro histórico de los principales eventos de tsunamis que han afectado a la comuna de Iquique

Año	Mes	Día	Hora GMT	Latitud	Longitud	Magnitud Sismo	Profundidad (km)	Fuente Sísmica ⁵⁵	Altura de ola en metros en Iquique
1868	Agosto	13	20:45	17,7°S	71,6°W	8,8	-	CERESIS	12,0
1877	Mayo	9	01:00	21,1°S	70,3°W	8,8	25	CERESIS	21,0
2011	Marzo	11	05:46	38,3°N	142,4°E	9,0	32	USGS	2,13
2014	Abril	1	23:46	19,6°S	70,9°W	8,2	39	CSN	2,59
2014	Abril	2	02:43	20,5°S	70,4°W	7,6	28	CSN	0,47
2015	Septiembre	16	22:54	31,5°S	71,8°W	8,4	11,1	CSN	0,30

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de SHOA⁵⁶.

(*) Amplitud Máxima Observada: Se refiere a la altura máxima observada en el registro de la estación del nivel del mar filtrado, con la componente de marea eliminada. Este valor de amplitud es medido desde el Nivel Medio del Mar.

Históricamente, se conoce la ocurrencia de dos sismos que generaron tsunamis de magnitud considerable en la costa de la comuna de Iquique, con olas que alcanzaron los 21 m de altura⁵⁷. Estos sismos, el de 13 de agosto de 1868 y el de 9 de mayo de 1877, son los más destructivos ($M_s \sim 8,8$) de los que se tiene registro en la zona. El registro del tsunami más destructivo que ha azotado a la ciudad de Iquique se asocia al segundo evento, al sismo de 1877, que tuvo un run-up que alcanzó cerca de la cota 21 y arrasó con gran parte de la ciudad de ese entonces, desde La Puntilla hasta el sector de El Morro; la población, de aproximadamente nueve mil doscientos habitantes, se salvó huyendo hacia los cerros⁵⁸.

⁵⁴ No todos los sismos generan tsunamis, sino sólo aquellos de magnitud considerable, que ocurren en la interface de subducción y que son capaces de deformar el lecho marino.

⁵⁵ CERESIS: Centro Regional de Sismología para América del Sur (Catálogo de terremotos para América del Sur, 1985); USGS: Servicio Geológico de Estados Unidos; CSN: Centro Sismológico Nacional.

⁵⁶ http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/data/tsunamis_historico.pdf

⁵⁷ http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/data/tsunamis_historico.pdf

⁵⁸ Urrutia y Lanza, 1993. Catástrofes de Chile 1542-1992

Por otra parte, se han documentado otros cuatro eventos de tsunamis menores en la costa de Iquique, con olas que no superaron los 2,6 m⁵⁹. Estos eventos de tsunamis están asociados a los siguientes sismos:

- Sismo del 11 de marzo de 2011, con epicentro en Japón.
- Sismos del 1 y 2 de abril de 2014, el primero conocido como el “terremoto de Iquique de 2014”, de magnitud 8,2 M_w, y el segundo corresponde a una réplica.
- Sismo de 2015, conocido como el “terremoto de Coquimbo de 2015”.

Los tsunamis de los años 1868, 1877 y 2014 son de tipo “origen cercano”, pues la población de la comuna de Iquique fue afectada por los sismos previos al arribo del tsunami; a diferencia de los eventos de tsunamis asociados a los sismos del 2011 y 2015, considerados de tipo “origen lejano”, cuyos sismos gatillantes no fueron percibidos por la población.

El año 2012, el SHOA elaboró una Carta de Inundación por Tsunami referida al evento del año 1877 para la parte urbana de la ciudad de Iquique (SHOA, 2012)⁶⁰, a escala 1:15.000. Esta carta define las áreas que potencialmente podrían inundarse ante la ocurrencia de un tsunami de gran tamaño. La información publicada es el resultado de un modelo de simulación numérica, a partir de datos topográficos y batimétricos, junto con parámetros sísmicos que fueron estimados para el terremoto de 1877.

En el año 2013, SERNAGEOMIN elaboró un mapa de peligro de inundación por tsunami para el área de Iquique, a escala 1:20.000, en el cual se utilizó como base la Carta de Inundación por Tsunami para la ciudad de Iquique (SHOA, 2012) e incluyó, además, las vías de evacuación, la línea de seguridad (sobre la cota 30 m s.n.m.) y los puntos de encuentro ante un posible tsunami que podría afectar a las costas de Iquique⁶¹.

b) Metodología de trabajo aplicada para el estudio de tsunamis

La susceptibilidad de inundaciones por tsunamis generados por sismos mayores fue zonificada considerando los resultados de la modelación numérica que realizó el SHOA el año 2012 con base en el evento de tsunami más catastrófico registrado en las costas de la comuna de Iquique (tsunami del sismo de 1877).

En consideración de lo anterior, para zonificar el resto del área de estudio se utilizaron las curvas de nivel de detalle del PRC Iquique como marco de referencia y se realizó el ajuste a estas del área de inundación propuesta por el SHOA. Para realizar esto se superpuso el área de inundación del SHOA con las curvas de nivel y se eligió el peor caso más frecuente como referencia máxima para zonificar el resto del área de estudio.

c) Discusión y resultados

De acuerdo a la modelación realizada por el SHOA para Iquique, la altura máxima que alcanza la inundación con una profundidad de al menos 1 metro (peor escenario) varía entre aproximadamente 15 m s.n.m. y 100 m s.n.m., este último valor se considera un artefacto de la modelación. A pesar de la notoria diferencia de cota, se optó por un criterio conservador que incluya el área de inundación modelada por el SHOA.

Para definir la cota máxima susceptible a ser afectada por eventos de tsunamis también se utilizó un criterio conservador que es coincidente a la cota de seguridad en la Región de Tarapacá de 30 m s.n.m. Es en esta cota de seguridad donde se ubican 15 islas de seguridad en la comuna de Iquique⁶², que corresponden a casetas que cumplen el rol de bodega de insumos básicos ante una emergencia y como punto de conexión radial con ONEMI.

⁵⁹ http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/data/tsunamis_historico.pdf

⁶⁰ SHOA, 2012. Carta de Inundación por Tsunami referida al evento del año 1877, Iquique. Escala 1:15.000.

⁶¹ Marín y Ramírez, 2012. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá. Mapa 2: Peligro de inundación por tsunami y remoción en masa. Escala 1:20.000. SERNAGEOMIN.

⁶² ONEMI, 2017. Plan Específico de Emergencia por Variable de Riesgo Sismo/Tsunami y Remoción en Masa, Región de Tarapacá. Dirección de Protección Civil y Emergencia. Dirección Regional de ONEMI Tarapacá

Con relación a los factores condicionantes del área de estudio, la mayoría de las localidades y las caletas de la zona están construidas sobre las planicies litorales, caracterizadas por terrenos planos que ascienden paulatinamente hacia el este, condición geomorfológica que facilita el ingreso de aguas tierra adentro.

Las categorías de susceptibilidad para inundaciones por tsunamis se describen a continuación:

- **Zonas de Susceptibilidad Muy Alta:** sectores ubicados por debajo de la cota 10 m s.n. m.
- **Zonas de Susceptibilidad Alta:** sectores ubicados entre las cotas 10 y 20 m s.n.m.
- **Zonas de Susceptibilidad Moderada:** sectores ubicados entre las cotas 20 y 25 m s.n.m.

2.3.4 Amenaza de procesos de ladera (deslizamientos y caída de rocas)

Los procesos de ladera corresponden a desplazamientos de masas de tierra o rocas que se encuentran en pendiente que ocurren debido a la inestabilidad de los materiales que forman la ladera. Estos procesos pueden ocurrir como caídas de rocas o como deslizamientos de suelo, fenómenos que fueron estudiados en conjunto para este estudio.

El análisis de esta amenaza puede abordarse considerando dos componentes: por una parte, la zona de generación del proceso de ladera y, por otra, la zona del alcance del depósito removido:

- La generación de caída de bloques y deslizamientos depende de 2 factores: (1) de la exposición de rocas en superficie (ya sea en afloramientos rocosos, o bien en depósitos no consolidados que contengan bloques), y (2) de laderas con pronunciadas pendientes para que los fragmentos de roca puedan caer ladera abajo. Por su parte, para la ocurrencia de un deslizamiento, es necesaria la condición de inestabilidad, la cual está fuertemente determinada por la pendiente de la ladera, así como del material que la compone.
- El alcance de una remoción en masa, en general, corresponde a la distancia que recorre el depósito generado antes de su detención, como por ejemplo, la distancia que recorre un rodado antes de dejar de rodar (o rebotar) y detenerse.

a) Antecedentes y catastro

En el área de estudio destaca una importante unidad geomorfológica correspondiente al Acanalado Costero, la cual se caracteriza por conformar un talud con alturas que alcanzan hasta 1000 metros con respecto a la base, y pendientes que llegan a superar los 40°, según lo observado en la carta de pendientes elaborada a partir de las curvas de nivel de detalle. Allí se han identificado varios sectores de caídas de rocas activas (SERNAGEOMIN, 2013⁶³; Mather et al. (2014)⁶⁴, Opazo (2014)⁶⁵; Farías, 2017⁶⁶) y, además, se han reconocido depósitos de grandes dimensiones producto de antiguas avalanchas ocurridas hace más de 40.000 años⁶⁷. A lo largo de este talud ocurre una serie de procesos de ladera como caídas de rocas, deslizamientos de suelo, deslizamientos de suelo y roca, etc., particularmente en los sectores de pendientes mayores a 25°; los cuales se activan durante precipitaciones intensas y/o sismos.

Para el área de estudio, a pesar de que el número de registros de eventos de deslizamientos y caída de bloques obtenido no permite hacer una estadística rigurosa, sí parece un indicador objetivo acerca de las características de la unidad Formación Punta Barranco que la hacen más susceptible, ya que todos los procesos de ladera

⁶³ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área de Iquique - Alto Hospicio, Región de Tarapacá

⁶⁴ Mather et al., 2014. The giant coastal landslides of Northern Chile: Tectonic and climate interactions on a classic convergent plate margin». Earth and Planetary Science Letters, 388, pp. 249–256.

⁶⁵ Opazo, E., 2014. Evaluación y zonificación de peligro de remociones en masa en la Ruta A-16, vía de acceso principal a la ciudad de Iquique. Región de Tarapacá

⁶⁶ Farías, V., 2017. Remociones en masa asociadas a sismicidad en el Norte de Chile: Análisis multiescala en distintos ambientes morfotectónicos. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias, Mención Geología.

⁶⁷ Yugsi et al., 2013. Large rock avalanches in northern Chile, an integrated analysis towards regional hazard assessment.

registrados se produjeron en las rocas volcánicas de la Formación Punta Barranco, con pendientes mayores a 15°.

b) Metodología de trabajo aplicada para el estudio de procesos de laderas

La metodología de trabajo para el análisis de procesos de laderas se llevó a cabo considerando dos etapas:

1. Susceptibilidad de generación de procesos de ladera
2. Escenarios probabilísticos de generación y alcance por procesos de ladera

Cada una de estas etapas se detalla a continuación:

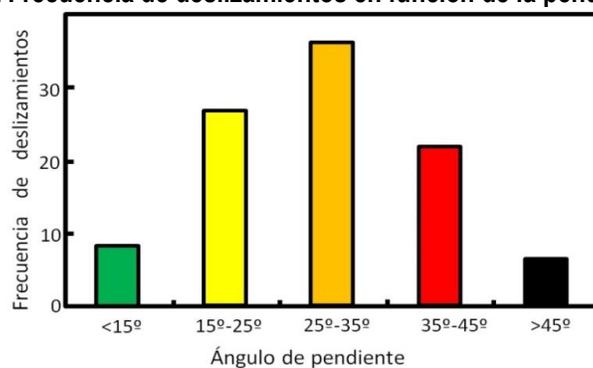
i) Susceptibilidad de generación de procesos de ladera

Con el fin de definir qué sectores del área de estudio son más susceptibles a ser afectados por procesos de laderas, se analizaron los factores condicionantes principales que generan una situación potencialmente inestable y los registros de ocurrencia de este fenómeno en el área de estudio, como se describe a continuación:

1. Pendiente: la topografía escarpada y ángulos altos de pendientes de laderas es el primer factor geomorfológico a considerar.
2. Geología: otro factor condicionante a considerar en este análisis corresponde a las condiciones geológicas que caracterizan a las laderas con pendientes pronunciadas.
3. Evidencias: de acuerdo a la información recopilada para el catastro, se consideran más susceptibles aquellas zonas que presentan evidencias de ocurrencia de procesos de laderas.

Para diferenciar qué pendientes son las más susceptibles de ser removidas, se utilizó la información compilada a partir de diversas fuentes que han generado catastros de deslizamientos en distintos lugares del mundo. Esaki et al. (2005)⁶⁸ y Giraud y Shaw (2007)⁶⁹, así como otros catálogos de deslizamientos, indican que la mayor frecuencia de deslizamientos se observa en pendientes de 25° a 35° de inclinación (Ilustración 2-22). De acuerdo al registro de procesos de laderas que han afectado al área de estudio, los puntos catastrados se distribuyen solamente en afloramientos rocosos altamente meteorizados, pertenecientes al miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, con pendientes que sobrepasan los 15°.

Ilustración 2-22 Frecuencia de deslizamientos en función de la pendiente del terreno



Fuente: Esaki et al. (2005)

En función de lo anterior, al considerar la geología como las pendientes de las laderas y las evidencias de ocurrencia previa de procesos de ladera, se caracterizaron las condiciones de generación de estos fenómenos según el criterio que se muestra en la Tabla 2-65. Este criterio considera los rangos de pendientes propuestas por Esaki et al. (2005) para los sectores que no presentan evidencias de procesos de laderas para asignar una categoría de susceptibilidad; por otra parte, en aquellos sectores que sí presentan evidencias, se asignó una

⁶⁸ Esaki et al., 2005. Landslide and debris flow characteristics and hazard mapping in mountain hillslope terrain using GIS, Central Nepal

⁶⁹ Giraud y Shaw, 2007. Landslide Suceptibility Map of Utah. Utah Geological Survey, 16 p.

categoría de susceptibilidad mayor, reconociendo que las rocas del miembro superior de la Formación Punta Barranco condicionan en forma positiva la ocurrencia de procesos de ladera.

Tabla 2-65 Categorías de susceptibilidad para la generación de procesos de ladera

Evidencia de procesos de ladera		Pendiente			
		< 15°	15° - 25°	25° - 35°	> 35°
Con evidencia de procesos de ladera	Miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco	Moderada	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Sin evidencia de procesos de ladera	El resto de las unidades del área de estudio.	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta

Fuente: Elaboración propia.

ii) Escenarios probabilísticos de generación y alcance por procesos de ladera

Una vez obtenido el mapa de susceptibilidad, se procedió a determinar escenarios probabilísticos de generación y alcances, considerando las categorías de nivel de amenaza propuestas en la “Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial” (SUBDERE, 2011)⁷⁰, las categorías de susceptibilidad previamente definidas y la información recogida en terreno. De acuerdo a lo observado en el terreno, se estimaron rangos de alcances de acuerdo a los bloques caídos observados, categorizándolos en 200 m, 500 m y 800 m (Foto 2-3).

Foto 2-3 Bloque caído que alcanza una distancia aproximada de 800 m con respecto al pie de la ladera observada en la comuna de Alto Hospicio.



Fuente: Archivo fotográfico de terreno

c) Discusión y resultados

A partir de la metodología explicada anteriormente, se definieron las siguientes categorías de susceptibilidad:

- **Susceptibilidad de generación de procesos de ladera Muy Alta:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes de pendiente sobre 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y sobre 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco.
- **Susceptibilidad de generación de procesos de ladera Alta:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente es de entre 25° y 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y entre 15 y 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco.

⁷⁰ Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011. Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial.

- **Susceptibilidad de generación de procesos de ladera Moderada:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente entre 15 y 25° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y menores a 15° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco.
- **Susceptibilidad de generación de procesos de ladera Baja:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente es menor a 15° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, exceptuando las del miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco.

Con base en las categorías de nivel de amenaza propuestas en la “Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial” (SUBDERE, 2011)⁷¹, se han establecido tres escenarios para la probabilidad de ocurrencia de esta amenaza: “Bastante Probable”, “Probable” y “Poco Probable” (Tabla 2-66).

Tabla 2-66 Categorías en el análisis del nivel de amenaza de procesos de laderas.

Estratificación		Descripción	Probabilidad
Bastante Probable	4	Ocurre una vez entre 1 y 10 años	0,99 – 0,10
Probable	3	Ocurre una vez entre 10 y 50 años	0,10 – 0,02
Poco Probable	2	Ocurre una vez entre 50 y 100 años	0,02 – 0,01

Fuente: Elaboración propia a partir de Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial (SUBDERE, 2011)

Se asume que la probabilidad de ocurrencia o nivel de amenaza se relaciona directamente con la susceptibilidad de generación de procesos de ladera previamente definidas, y con los rangos de alcances definidos para cada una de estas categorías de generación. Con esto se deduce que, en el entorno cercano de las áreas de generación de remociones en masa, llegarán materiales producto de estos procesos con mayor frecuencia; e inversamente, de manera ocasional, llegarán materiales en sectores más alejados de las áreas de generación de estos fenómenos. Esto se representa esquemáticamente en la Tabla 2-67.

Tabla 2-67 Nivel de amenaza de generación y alcance de procesos de ladera.

		Probabilidad de generación y alcance		
		Alcance máx. 500m- 800 m	Alcance máx. 200m- 500 m	Alcance máx. <200 m
Susceptibilidad de generación	Baja	-	-	-
	Moderada	Poco Probable	Poco Probable	Poco Probable
	Alta	Poco Probable	Probable	Probable
	Muy Alta	Poco Probable	Probable	Bastante Probable

Fuente: Elaboración propia.

A modo de aclaración, se descartan las categorías “Muy Probable” e “Improbable” (propuestas en la “Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial” (SUBDERE, 2011)) a la escala analizada (1:20.000) por lo siguiente: (1) la categoría “Improbable” se correlacionaría con la “Susceptibilidad de generación de procesos de ladera Baja”, pero esta condición (taludes con pendiente menor a 15°) no permite una zona de alcance representable cartográficamente a la escala analizada; por otra parte, (2) no se considera la categoría “Muy Probable” porque, de acuerdo a la información recopilada, no se reconocen zonas que representen una fuente constante de ocurrencia de eventos de procesos de ladera.

Finalmente, las categorías de nivel de amenaza de alcance y generación de procesos de ladera quedan definidas del modo siguiente.

- **Generación y alcance de procesos de ladera Bastante Probable:** corresponde a sectores de ladera natural o taludes de pendiente sobre 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y sobre 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y sus áreas de alcance en la dirección de máxima pendiente hasta una distancia máxima de 200 metros.

⁷¹ Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011. Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial.

- **Generación y alcance de procesos de ladera Probable:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente es de entre 25° y 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y entre 15 y 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y sus zonas de alcance en la dirección de máxima pendiente hasta una distancia de 500 m. También corresponden a los sectores de ladera natural o taludes de pendiente sobre 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y sobre 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y a sus áreas de alcance en la dirección de máxima pendiente a una distancia desde los 200 metros y hasta los 500 metros. Si estas zonas coinciden con zonas definidas como de nivel de amenaza de alcance y generación de procesos de ladera “Bastante Probable”, se considera que dicha categoría prevalece por sobre la aquí definida (“Probable”).
- **Generación y alcance de procesos de ladera Poco Probable:** Corresponde a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente entre 15 y 25° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y menores a 15° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y sus zonas de alcance en la dirección de máxima pendiente hasta una distancia de 800 metros. También a sectores de ladera natural o taludes cuya pendiente es de entre 25° y 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y entre 15 y 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y a sus zonas de alcance desde los 500 metros y hasta los 800 metros. También corresponden a los sectores de ladera natural o taludes de pendiente sobre 35° en la mayoría de las unidades geológicas del área de estudio, y sobre 25° en el miembro superior volcánico de la Formación Punta Barranco, y a sus áreas de alcance en la dirección de máxima pendiente a una distancia desde los 500 metros y hasta los 800 metros. Si estas zonas coinciden con zonas definidas como de nivel de amenaza de alcance y generación de procesos de ladera “Bastante Probable” o “Probable”, se considera que dichas categorías prevalecen por sobre la aquí definida (“Poco Probable”).

Los resultados arrojados apuntan a que las zonas más susceptibles del área de estudio se presentan asociadas al Acantilado Costero, el cual en toda su extensión presenta un nivel de amenaza Probable y Bastante Probable a procesos de ladera. En el sector norte, desde Punta Piedras hasta la Altura de Caleta Cavanha, se encuentra una zona del talud asociada a generación de susceptibilidad Muy Alta, bajo la cual se disponen edificaciones asociadas a un sector industrial (containers), viviendas, estacionamientos y también infraestructura vial, los cuales están expuestos a una amenaza Probable de procesos de laderas.

El sector más relevante en términos de generación de procesos de laderas, dada su extensión vertical, corresponde a la zona que va desde Bajo Molle hasta la altura de Playa Lobito, la cual se asocia a susceptibilidad Muy Alta. Por lo tanto, el sector poblado más cercano al talud en la zona de Bajo Molle se encuentra expuesto a amenaza Probable por procesos de laderas. En la parte posterior (oriente) de Cerro Dragón, asociado a la Ruta A-16, se encuentra una zona de amenaza por procesos de laderas Bastante Probable, por lo cual la infraestructura vial asociada a esta ruta se encuentra bastante expuesta.

En general, los sectores asociados al terreno plano de Iquique y Alto Hospicio, se encuentran poco expuestos a procesos de laderas (amenaza Poco Probable).

2.3.5 Amenaza de Inundaciones fluviales o de tierra adentro (flujos en quebradas o aluviones)

Los flujos de detritos y/o barro (popularmente conocidos como aluviones) corresponden a movimientos de masa de mayor o menor velocidad, propio de materiales sin cohesión, que tienen lugar en suelos muy susceptibles de experimentar una considerable pérdida de resistencia con el movimiento⁷². Los materiales involucrados actúan, temporalmente, como un fluido, experimentan una deformación continua y no presentan superficie de rotura definida.

La experiencia chilena, y en particular la experiencia de la zona norte de Chile, ha demostrado que a pesar de que los montos de precipitaciones en la zona norte son relativamente bajos, al sumarse con las características geomorfológicas, topográficas y de estabilidad de los sedimentos, se dan condiciones propicias para la generación de flujos aluvionales⁷³.

a) Antecedentes y catastro

ARCADIS-MOP⁷⁴ presenta una recopilación de eventos de precipitaciones importantes registrados por la prensa en Iquique, que se sistematiza en la Tabla 2-68. Esta compilación no incluye, necesariamente, la totalidad de eventos ocurridos, ni tampoco se garantiza que los eventos de precipitación listados hayan generado aluviones. Esta información es insuficiente para asignar una recurrencia a los flujos o a los eventos de precipitaciones con condiciones favorables para generarlos.

Tabla 2-68 Principales eventos de precipitaciones en Iquique.

Fecha del evento	Precipitación (mm)	Observación	Fuente utilizada
23 y 24 de junio de 1911	Sin información	Cobertura de prensa	Diarios
12 y 13 de junio de 1940	Sin información	Cobertura de prensa	Diarios
25 y 26 de julio de 1940	Sin información	Cobertura de prensa, generó evento aluvional	Diarios
16 de septiembre de 1965	4,2	Cobertura de prensa	Diarios
16 de enero de 1969	6,0		Diarios
10 de enero de 1992	1,0		Diarios
12 de enero de 1992	1,0		Diarios
14 de enero de 1992	4,0		Diarios
27 y 28 de mayo de 1992	3,5 y 7,0, respectivamente	Cobertura de prensa	Diarios
1, 2 y 3 de julio de 2002	0,8, 0,5 y 3,7, respectivamente	Cobertura de prensa	Diarios
2 de julio de 2009	3,0		Registro de precipitaciones diarias
7 de julio de 2011	3,0	Se generó escurrimiento en algunas de las quebradas	Registro de precipitaciones diarias

Fuente: Modificado de ARCADIS-MOP (2012).

De los eventos de precipitaciones compilados, destaca el ocurrido los días 25 y 26 de julio de 1940, en que “se generaron una serie de aluviones de barro, arena y piedras en distintas quebradas de Iquique y Alto Hospicio”. Ocurrieron flujos aluvionales en las quebradas Esmeralda y Zofri, que se desbordaron hacia el sector donde actualmente se encuentra la ZOFRI⁷⁵. También se activaron las quebradas Seca, Santa Rosa, La Pampa y Los

⁷² Hauser, 2000. Remociones en masa en Chile (versión actualizada).

⁷³ ONEMI, 2017. Plan específico de emergencia por variable de riesgo aluvional. Región de Tarapacá.

⁷⁴ ARCADIS-MOP, 2012. Estudio de factibilidad “Construcción obras aluvionales en quebradas de Iquique y Alto Hospicio”.

⁷⁵ SERNAGEOMIN, 2013. Geología para el ordenamiento territorial y la gestión ambiental en el área Iquique-Alto Hospicio. Región de Tarapacá.

Molles, y la línea férrea entre Iquique y Alto Hospicio fue cortada por flujos de barro en 21 sectores distintos, dejando zanjones de hasta 7,5 m de profundidad y depósitos de hasta 4 m de espesor.

En el PM-28⁷⁶ se señala que los daños provocados por este evento fueron menores en comparación con otras ciudades como Antofagasta y Tocopilla, aunque se señala que no fue posible cuantificar la magnitud de este evento. Este mismo estudio propone que las quebradas con factores de riesgo son las siguientes: (1) quebrada Esmeralda, (2) quebrada Zofri, (3) quebrada Seca, (4) quebrada Santa Rosa, y (5) quebrada Pampa El Molle.

Considerando que el registro de precipitaciones tiene del orden de 100 años, y que en ese período se tiene registro de un solo evento de esa magnitud, resulta razonable asignar a este evento una recurrencia entre 50 y 100 años, que según la “Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial”, preparado por la SUBDERE⁷⁷, corresponde a un evento “Poco Probable”.

b) Metodología de trabajo aplicada para el estudio de flujos

Para determinar las zonas que se encuentran expuestas a la ocurrencia de flujos, se realizaron las actividades que se describen a continuación:

- Se trazó la red de drenaje del área de estudio, en base a la cartografía utilizada en el proyecto y con el respaldo de imágenes satelitales.
- A cada una de las quebradas del área que no posee topografía de detalle se les asignó un área de influencia para el cauce, con un ancho total de 50 m delimitado automáticamente mediante procesos del Sistema de Información Geográfica, y en los sectores que poseen topografía de detalle se delimitaron los cauces de las quebradas mediante reconocimiento morfológico y fotointerpretación.
- Se delimitó, para cada una de las quebradas identificadas, el abanico aluvial que generan en su zona termina mediante criterios morfológicos.
- A las áreas definidas, se les asignó una recurrencia en función de la pendiente, de la cuenca aportante y del funcionamiento de la quebrada durante el evento de 1940, asignando una recurrencia mayor a aquellas quebradas donde la información fuera insuficiente.

De lo anterior se desprende que el detalle del análisis fue diferente en las dos comunas que conforman el área metropolitana, es decir en la comuna de Iquique y en la comuna de Alto Hospicio. Esto es debido a que la topografía de detalle que se contaba solamente cubría el área de Iquique, mientras que para Alto Hospicio la topografía disponible corresponde a la topografía regular IGM escala 1:50.000, la que no permitió delimitar con mayor detalle los cauces y zonas deprimidas en los sectores de baja pendiente. Por lo anterior, las zonas expuestas delimitadas para Alto Hospicio representan aquellas reconocibles en la topografía disponible.

Los resultados del estudio elaborado por ARCADIS para la DOH en las 4 quebradas consideradas como críticas en Iquique (Esmeralda, Zofri, Seca y Pampa Los Molles), así como las interpretaciones de los resultados, sólo se utilizaron como referencia debido a que la topografía utilizada en el presente estudio es más detallada que la que se utilizó para la elaboración de los modelos hidráulicos, lo que permitió definir las áreas susceptibles con un nivel de detalle mayor.

Por otra parte, se debe tener en consideración que los abanicos aluviales son el resultado de una disminución abrupta de la pendiente, que produce una rápida reducción en la capacidad para transportar material generando las condiciones para que se deposite. Como consecuencia de este proceso de deposición, los abanicos aluviales están cambiando de forma permanentemente, lo que disminuye fuertemente la probabilidad de predecir correctamente las zonas que podrían ser afectadas. Esto es especialmente crítico si es que se utiliza un modelo de flujo unidimensional como HECRAS. Finalmente, el modelo de ARCADIS presenta algunas inconsistencias, como el caso de la quebrada Esmeralda, en donde el resultado del modelo muestra que el escurrimiento es casi paralelo a las curvas de nivel.

⁷⁶ DOH, 2003. Plan maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias de la ciudad de Iquique. PM-28.

⁷⁷ Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011. Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial.

c) Discusión y resultados

Las características de los flujos que ocurren en Iquique y en Alto Hospicio son diferentes entre sí. Los flujos que ocurren en Iquique se relacionan con el escurrimiento de agua a través de las quebradas con una cuenca aportante de tamaño variable y que en su tramo ubicado en el acantilado costero presentan una alta pendiente. Estas quebradas, al llegar a las planicies litorales sufren una abrupta reducción en la pendiente que se traduce en una drástica pérdida de energía y una menor capacidad para transportar materiales, lo que las lleva a formar un abanico aluvial. Finalmente, el agua escurre hacia el mar, siguiendo la pendiente de las planicies costeras.

Los flujos que ocurren en Alto Hospicio tienen una pérdida de pendiente más progresiva que en Iquique, de manera que el material se deposita en una zona más extensa y presenta una mayor diferenciación por sus características granulométricas. Estos llegan hasta zonas prácticamente planas.

Dado que no todos los años llueve en la zona, se ha asignado a este peligro un nivel de amenaza “Bastante Probable”, asociado a una recurrencia entre 1 y 10 años, que se corresponde con la recurrencia de las precipitaciones en la zona. Esta recurrencia se ha asignado a la zona proximal y media de los abanicos aluviales que éstas forman. A las zonas más distales de las quebradas se les ha asignado un nivel de amenaza menor, considerando en este análisis la importancia relativa de las quebradas.

A partir de las categorías de nivel de amenaza propuestas en la “Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial” (SUBDERE, 2011⁷⁸) se han establecido cuatro escenarios para su probabilidad de ocurrencia para esta amenaza: “Bastante Probable”, “Probable” y “Poco Probable”. Los criterios para estos niveles de amenazas son los siguientes:

- **Nivel de amenaza Bastante Probable:** Se ha asignado este nivel de amenaza a todos los cauces con pendientes mayores que 4° y que presentan registros (históricos) de haber sido afectados por flujos, también los que están asociados a cuencas aportantes mayores que 1 km² o sus cuencas presentan forma cóncava en el Acantilado Costero. Además de los abanicos aluviales que éstas forman en su parte final, hasta la zona donde alcanzan una pendiente de 4°, según lo indique la topografía disponible.
- **Nivel de amenaza Probable:** Se ha asignado este nivel de amenaza a los cauces con pendientes entre 2 y 4° y que presentan registros (históricos) de haber sido afectadas por flujos, están asociados a cuencas aportantes mayores que 1 km² o sus cuencas presentan forma cóncava en el Acantilado Costero o a aquellos cauces con pendientes mayores que 4° y que no presentan registros (históricos) de haber sido afectadas por flujos y sus cuencas aportantes tienen menos de 1 km² y no tienen formas cóncavas. Se excluyen de este nivel de amenaza los cauces ubicados en zonas de depósitos eólicos. Se considera también la parte distal de los abanicos aluviales mencionados anteriormente, específicamente en las zonas donde éstos presentan pendientes entre 2 y 4°.
- **Nivel de amenaza Poco Probable:** Se ha asignado este nivel de amenaza a aquellos cauces con pendientes entre 1 y 2° de las quebradas identificadas como más peligrosas, estas son las quebradas Esmeralda, Zofri, Seca Pampa Los Molles y Santa Rosa. También a aquellos cauces con pendientes entre 2 y 4° y que no presentan registros (históricos) de haber sido afectados por flujos y que sus cuencas aportantes tienen menos de 1 km² y que no tienen formas cóncavas. Además los cauces ubicados en depósitos eólicos y en las zonas de los abanicos aluviales ubicadas fuera de los cauces.

⁷⁸ Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011. Guía análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial.

2.3.6 Amenazas asociadas a fenómenos meteorológicos, y la inclusión de los efectos del cambio climático: Aumento de Temperatura y Vientos extremos

a) Modelación meteorológica

Para la cuantificación de las amenazas asociadas a variables meteorológicas se aplicó una metodología ampliamente utilizada en los estudios de calidad de aire que se ingresan al SEIA. Esta metodología contempla realizar una modelación meteorológica utilizando el modelo WRF para el año 2017 (según lo recomendado en la Guía para modelación de calidad del aire para proyectos que ingresan al SEIA). WRF es un modelo meteorológico de meso-escala, que genera los campos meteorológicos 3D de distintas variables.

Además, se utilizó el modelo CALMET, para bajar la resolución de la modelación meteorológica, y también para incorporar la información de las estaciones meteorológicas de superficie disponibles en el área de estudio. En este caso se dispuso de información del año 2017 de las estaciones meteorológicas Alto Hospicio y UNAP-sede Huaiquique.

Los resultados de esta aplicación es información de meteorología de variables relevantes (temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, precipitaciones, presión atmosférica, etc.) en grillas de resolución de 1x1 Km. Así se genera información meteorológica de un año completo para zonas en donde no existen estaciones meteorológicas.

Al ajustar el modelo a las estaciones de superficie, se asegura que, en esos puntos, el modelo meteorológico replica los valores monitoreados en las estaciones.

Así se analizó la estructura espacial de las variables meteorológicas asociadas a amenazas de aparición rápida y lenta, como son vientos extremos y altas temperaturas respectivamente.

La metodología antes descrita permite asociar el efecto de las proyecciones de cambio climático para el área de estudio.

La fuente de información consultada para determinar los efectos del cambio climático en el área de estudio corresponde al Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, dependiente de la Universidad de Chile. De la plataforma de simulaciones climáticas, se obtuvo, para el área de estudio, la información que se muestra en la siguiente tabla :

Tabla 2-69 Efecto en las variables meteorológicas asociadas a amenazas naturales, del cambio climático para un futuro cercano y medio, en el área de estudio.

Mes/escenario	Incremento de la Temperatura Máxima Diaria (°C) respecto de la situación actual			
	Futuro cercano (2020 - 2034)		Futuro intermedio (2035 - 2049)	
	RCP26	RCP85	RCP26	RCP85
enero	0.83	1.00	1.27	1.62
febrero	0.87	1.04	1.35	1.60
marzo	0.89	0.95	1.21	1.54
abril	0.81	0.98	1.11	1.51
mayo	0.79	1.02	1.19	1.58
junio	0.91	1.04	1.06	1.58
julio	0.91	1.00	1.21	1.63

Mes/escenario	Incremento de la Temperatura Máxima Diaria (°C) respecto de la situación actual			
	Futuro cercano (2020 - 2034)		Futuro intermedio (2035 - 2049)	
	RCP26	RCP85	RCP26	RCP85
agosto	1.05	1.05	1.27	1.75
septiembre	0.77	1.11	1.29	1.77
octubre	0.77	1.00	1.11	1.57
noviembre	0.70	0.94	1.07	1.56
diciembre	0.75	0.98	1.19	1.61
año	0.84	0.99	1.19	1.60

Mes/escenario	Variación del Viento Zonal (m/s) respecto de la situación actual			
	Futuro cercano (2020 - 2034)		Futuro intermedio (2035 - 2049)	
	RCP26	RCP85	RCP26	RCP85
enero	-0.06	-0.02	-0.03	-0.01
febrero	-0.01	-0.01	-0.04	-0.01
marzo	0.04	0.03	-0.01	0.03
abril	0.04	0.02	0.02	0.02
mayo	0.09	0.02	0.02	0.08
junio	-0.01	-0.02	0.04	0.05
julio	-0.01	-0.02	0.04	0.05
agosto	0.06	0.03	0.02	0.05
septiembre	0.11	-0.02	0.06	0.05
octubre	0.01	0.02	0.01	0.03
noviembre	-0.03	-0.01	-0.04	0.00
diciembre	0.03	0.01	0.00	0.01
año	0.03	0.00	0.02	0.03

Fuente: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 U de Chile. Consulta de datos en línea.

Estos valores se aplicarán para evaluar la estructura territorial de estas amenazas predichas por el modelo meteorológico antes presentado.

b) Definición de umbrales para los parámetros meteorológicos

Se consulta bibliografía referente al riesgo climático en ciudades en Chile, en el contexto del debate de las instituciones públicas país para la suscripción de compromisos de adaptación al cambio climático de las ciudades.

Para la definición de parámetros se asocia los registros de variables climáticas, de temperatura, radiación solar, velocidad y dirección del viento, humedad relativa; se considera asociar los registros climáticos de estaciones meteorológicas en Iquique y Alto Hospicio, y los de eventos extremos como desastres naturales pasados que permita construir una cronología de cambios que han ocurrido en el pasado.

De los registros se consulta los antecedentes de eventos extremos y/o desastres, para los cuales se conoce la fecha, tipo de evento, ubicación, y daños según número de afectados, muertos, y pérdidas físicas materiales

de infraestructura, equipamientos y/o viviendas. Se ubican las fechas más significativas, por magnitud de los eventos extremos a fin de poder compararlas con las gráficas del registro histórico en condición de normalidad (Salas, 2015)⁷⁹ Luego ambos registros permiten caracterizar las amenazas, con el fin de valorizar las frecuencia y magnitud del evento, en la búsqueda de validar un parámetro tipo umbral grave o crítico.

Tabla 2-70: Umbrales para los parámetros meteorológicos

VARIABLES	Peak máx.	Registro histórico máx. previo al peak 1	Registro histórico máx. previo 2	Lugar
Vientos ráfagas	53 nudos equivalentes a 95 km/hr (1)	29 nudos.		Diego Aracena
Temperatura	33,4 °C	30°C / 30 de enero de 1951 30° C/ 24.01.1995 (2)	29,8 °C máx. en Julio 1904, segundo registro como máxima en la	Estación meteorológica de aeropuerto Diego Aracena

- (1) Daños de embarcaciones perdidas. Pero estas marcas no fueron amigables para la ciudadanía, dado que dejó a embarcaciones perdidas (con temor a naufragios) y un levantamiento de arena y tierra producto del viento cálido que bajó desde la cordillera. Además, 100 mil personas quedaron sin energía, postes y semáforos en el suelo y locales comerciales devastados en el paseo Baquedano. También en Iquique, la Zofri suspendió sus actividades para ayudar a sus trabajadores. Mercurio de Antofagasta, 9 de julio de 2016 “El cambio climático que experimenta el norte grande”.
- (2) Máxima absoluta hasta el 2001, según SERVICIOS CLIMATOLÓGICOS. Iquique 20:32S 70:11W 52m., de la Dirección Meteorológica de Chile. Estadística Climatología Tomo I. Elaborado por Ing. (E) Carlos Castillo Fontannaz. SANTIAGO, MARZO 2001

Con todo lo anterior se logra tener una herramienta que integre todos los productos del estudio, de manera de generar una plataforma sistémica para formular y evaluar distintos escenarios de desarrollo urbano.

Desde el punto de vista económico, el cambio climático provocaría una pérdida equivalente a alrededor del 1% del producto anual entre el 2010 y 2100 en los países de la región ALC (CEPAL, 2010)⁸⁰.

Considerando que la región en el contexto país, y ALC son los que menos aportan al cambio climático global, en cuanto a su nivel de emisión de gases efecto invernadero respecto al respecto de los continentes, no obstante, podría sufrir consecuencias significativas del impacto de cambio climático sobre población, ecosistemas y actividad económicas.

c) Resultados de Variaciones de Temperatura

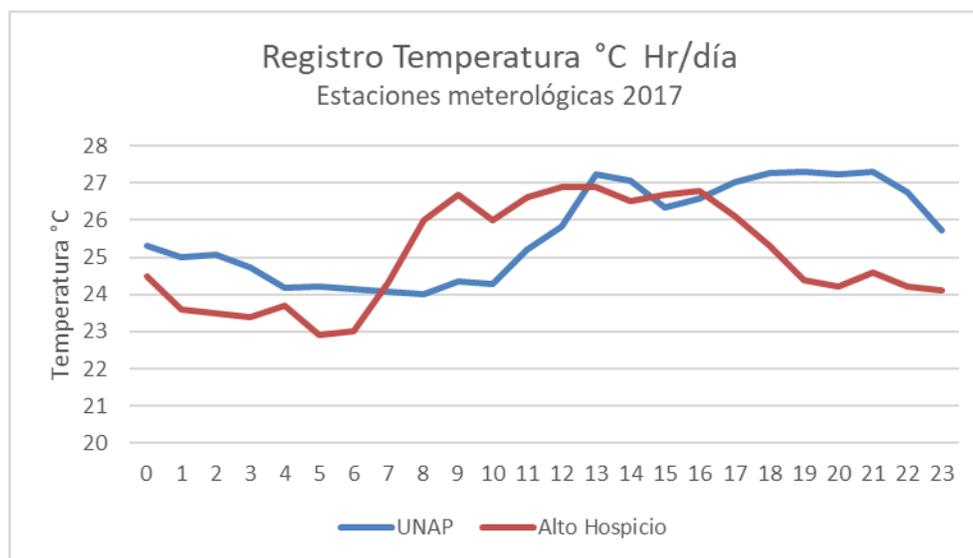
La data utilizada para la modelación de clima correspondió al registro horario (cada 1 hr) para el periodo anual 2017, de las estaciones meteorológicas de Alto Hospicio y de la UNAP; lo que arrojó 8.760 registros de variabilidad climática. Conforme al registro de cada estación se consulta la máxima temperatura hora registrada durante todo el año, cuyo resultado arroja una diferencia de comportamiento de curvas entre ambas estaciones, infiriendo una variabilidad climática de máximas hora día entre ambas áreas dado su plano de emplazamiento. De esta manera mientras la estación UNAP en Iquique, registra las máximas temperaturas en periodo de medio día, se mantienen altas hasta periodo noche (13.00 a 21:00 hrs), a diferencia del registro de temperaturas

⁷⁹ Salas Ayesha, 2015, El riesgo climático en ciudades latinoamericanas de menor escala: planteamiento de una herramienta de aproximación casos de estudio en Florencia (Colombia) y Copiapó (Chile). Tesis para optar al grado de Magister PUC. Prof. Guía Jonathan Barton.

⁸⁰ La económica del cambio climático en América Latina y el Caribe, Síntesis 2010.

máximas de Alto Hospicio que se registran en periodo día decayendo desde las 16:00 hrs, a partir de cuya hora no se registran máximas que superan los 26° a 24°C, ello es 1 ° menos que Iquique para las mismas máximas en dichas horas. Por su parte, las diferencias de valores de registros son mayores en Alto Hospicio (4.0°C) que en Iquique (3.3°C) pese a que en Iquique se registran las Temperaturas más altas. Lo anterior según se indica en la siguiente gráfica.

Ilustración 2-23: Registro de Máximas Temperatura °C por Hr/ día en data 2017. Estaciones Alto Hospicio – Iquique.



Fuente: Data meteorológica estaciones Alto Hospicio UNAP, Dirección Meteorológica de Chile. 2017.

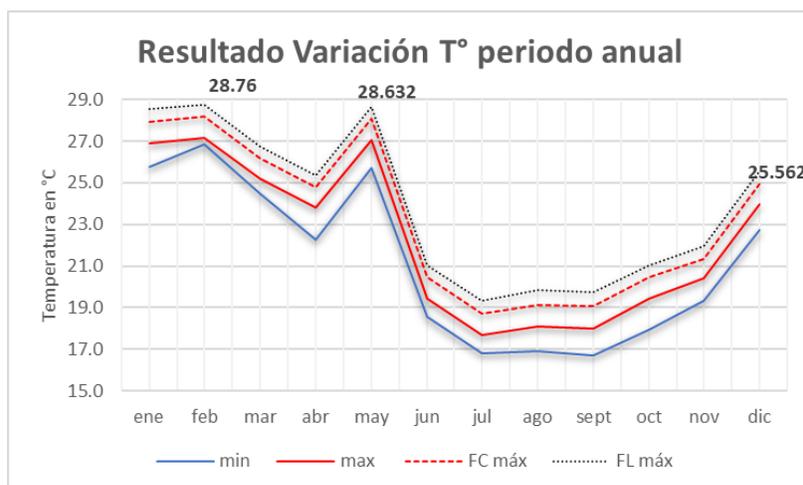
Conforme a la aplicación de la metodología descrita se obtienen los resultados de modelación de clima para la variable de temperatura, cada 1 hora para los 365 días del año, para 578 puntos que cubren el área de estudio en una configuración de grilla. De dicha data meteorológica se identifican los peak de máxima temperatura mes a partir de la cual se realiza una interpolación para representar las coberturas de temperatura mes durante un año. A ellos se les incrementan por variación mes en escenario de cambio climático más adverso tanto para futuro cercano (2030) como para futuro intermedio (2064). Conforme a los resultados la temperatura máxima se obtuvo para el mes de febrero (27.16 °C), y el menor valor de la curva de máxima temperatura en el mes de julio (17.68°C).

Los meses que representan los valores extremos de la curva de máxima temperatura son los que interpolan para obtener las coberturas de mapas de amenazas por variación aumento de Temperatura, mapas que se adjuntan en Anexo planimétrico del presente informe. Los resultados por mes se visualizan en la siguiente tabla:

Tabla 2-71: Resultado de la modelación de Temperatura °C por mes.

mes	Temperaturas °C		Futuro Cercano		Futuro Lejano	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
ene	25.747	26.922	26.747	27.922	27.367	28.542
feb	26.876	27.16	27.916	28.2	28.476	28.76
mar	24.483	25.205	25.433	26.155	26.023	26.745
abr	22.275	23.834	23.255	24.814	23.785	25.344
may	25.707	27.052	26.727	28.072	27.287	28.632
jun	18.543	19.429	19.583	20.469	20.123	21.009
jul	16.786	17.683	17.786	18.683	18.416	19.313

mes	Temperaturas °C		Futuro Cercano		Futuro Lejano	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
ago.	16.901	18.088	17.951	19.138	18.651	19.838
sept	16.673	17.978	17.783	19.088	18.443	19.748
oct	17.951	19.455	18.951	20.455	19.521	21.025
nov	19.313	20.398	20.253	21.338	20.873	21.958
dic	22.731	23.952	23.711	24.932	24.341	25.562



Fuente: Elaboración propia. Resultado modelación climática, 2018.

Desde un enfoque probabilístico se calculan los porcentajes que cada mes del año tiene para registrar la Temperatura del peak de menor valor, esto es igual a 29.8°C, en escenario base y escenario de contexto con cambio climático, considerando los incrementos de T° proyectados para futuro cercano e intermedio. Cabe considerar en relación con estos resultados que son tres meses los que representan el mayor porcentaje de registrar dicho peak correspondiente al verano en los meses de enero – febrero y mayo, considerando que son meses seguidos en el año y en consecuencia agudiza la amenaza de aumento de temperatura; el mes de abril representa el periodo de mejoría de dicho escenario de máxima probabilidad de aumento de temperatura. La incorporación en el análisis del cambio climático implica que la probabilidad de alcanzar Temperaturas máxima de casi 30° en el año crece de 91.6% en Iquique y 90,3 % en Alto Hospicio, a 94.7 % y 93.3 % respectivamente en el futuro cercano y 96.3% y casi 95% en el futuro intermedio. En síntesis, se incrementa en un 5% para el escenario de futuro intermedio más extremo. Ello según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 2-72: Porcentajes respecto al peak de menor valor de aumento de T°.

	Iquique	Alto Hospicio
Mes	Máx. de Temp (°C)	Máx. de Temp (°C)
ene	91.6	87.6
feb	91.6	90.3
mar	85.2	83.6
abr	74.7	81.2
may	91.4	85.2
jun	66.1	62.8
jul	60.6	57.8
agost	61.7	55.6
sept	60.2	61.0
oct	66.4	59.5
nov	69.2	64.4
dic	81.1	77.3
Año	91.6	90.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-73: Porcentajes respecto al peak de menor valor de aumento de T° para futuro cercano y futuro intermedio respectivamente, con incorporación de Cambio Climático.

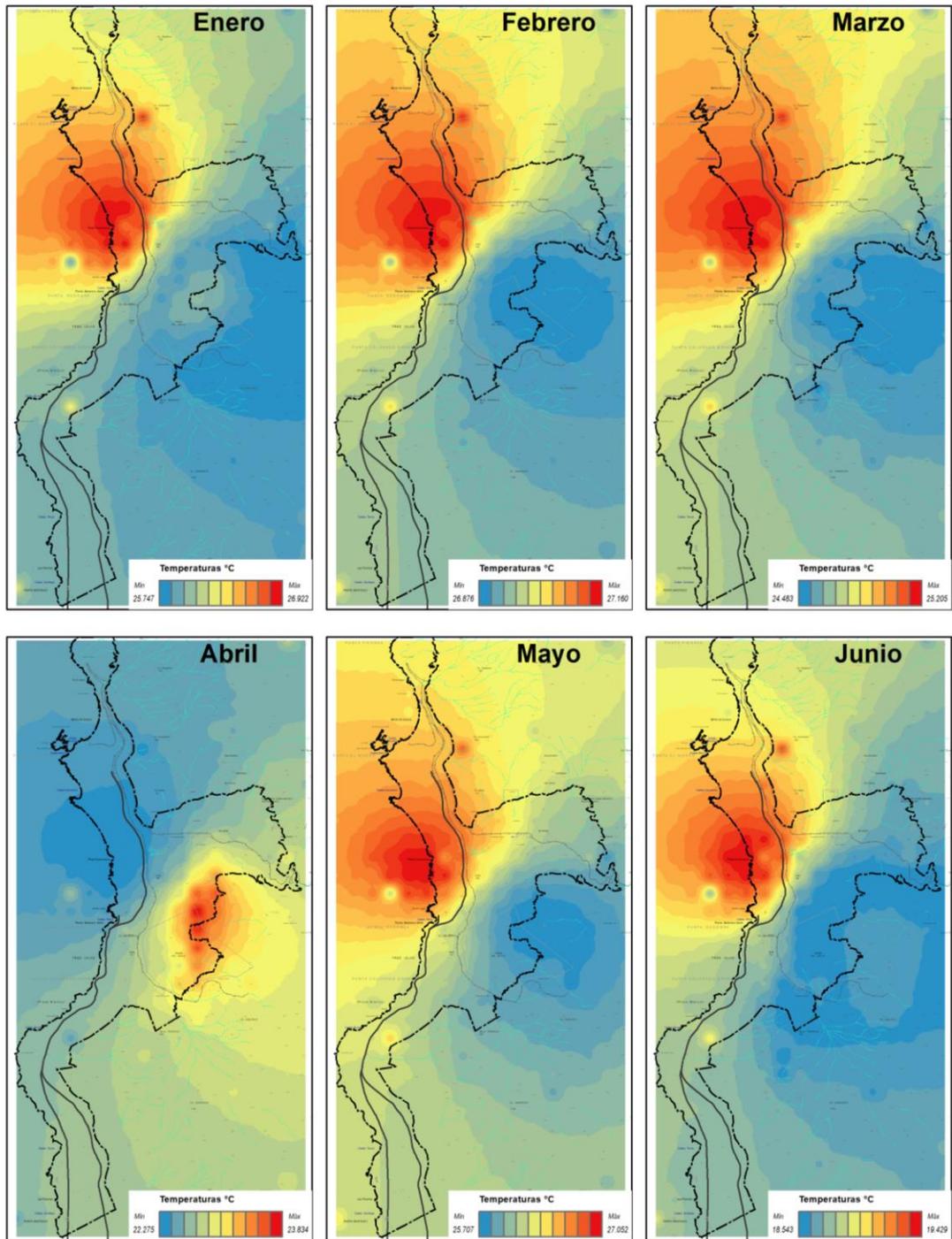
	Iquique	Alto Hospicio		Iquique	Alto Hospicio
Mes	Máx. de Temp (°C)	Máx. de Temp (°C)	Mes	Máx. de Temp (°C)	Máx. de Temp (°C)
ene	94.7	90.7	ene	96.5	92.4
feb	94.8	93.5	feb	96.5	95.2
mar	88.3	86.7	mar	89.8	88.2
abr	77.7	84.2	abr	79.1	85.6
may	94.4	88.3	may	96.0	89.9
jun	69.4	66.0	jun	70.6	67.2
jul	63.8	61.0	jul	65.3	62.5
agost	65.2	59.1	agost	66.8	60.7
sept	63.3	64.2	sept	65.3	66.2
oct	69.4	62.5	oct	70.9	64.0
nov	71.9	67.1	nov	73.6	68.8
dic	84.1	80.2	dic	85.8	82.0
Año	94.7	93.3	Año	96.3	94.9

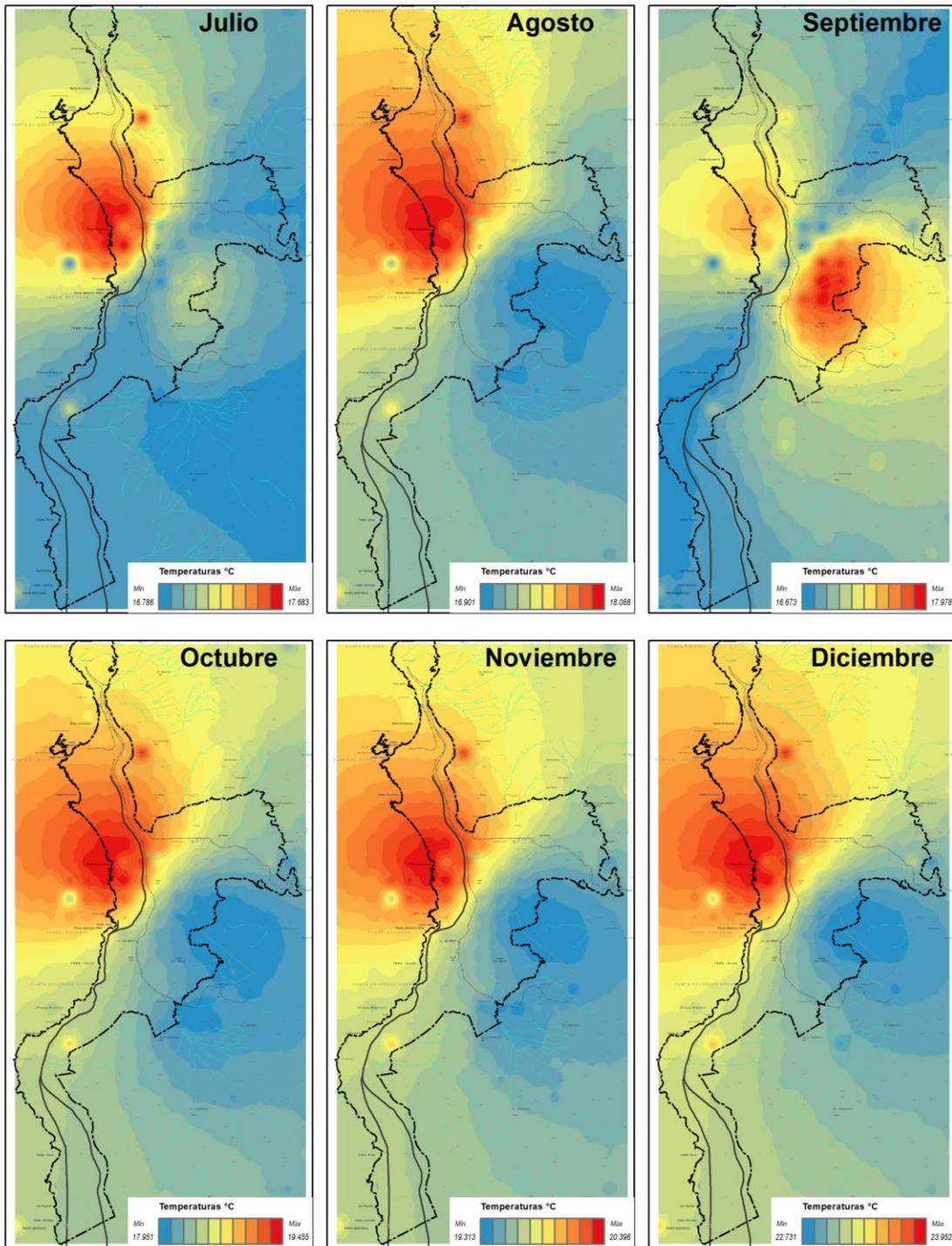
Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento espacial de la extrapolación de datos resultantes de la modelación permite visualizar la variación de temperatura según su comportamiento mensual, el que fluctúa en una inversión térmica de máximas en diferentes periodos del año entre Iquique y Alto Hospicio, tratándose de un rango de oscilaciones entre 0.3°C en febrero hasta 1.6°C en abril. De esta forma la espacialización de los datos resultantes de la modelación permiten identificar el sector sur del área urbana de Iquique como la zona con la mayor temperatura en el mes de febrero (27.16°C), en abril dicho escenario se invierte experimentando el sector interior oriente de Alto Hospicio como el de mayor temperatura (23.83°C).

Ello según se puede visualizar en la siguiente ilustración.

Ilustración 2-24: Mapa de Amenaza según variación de temperatura mensual



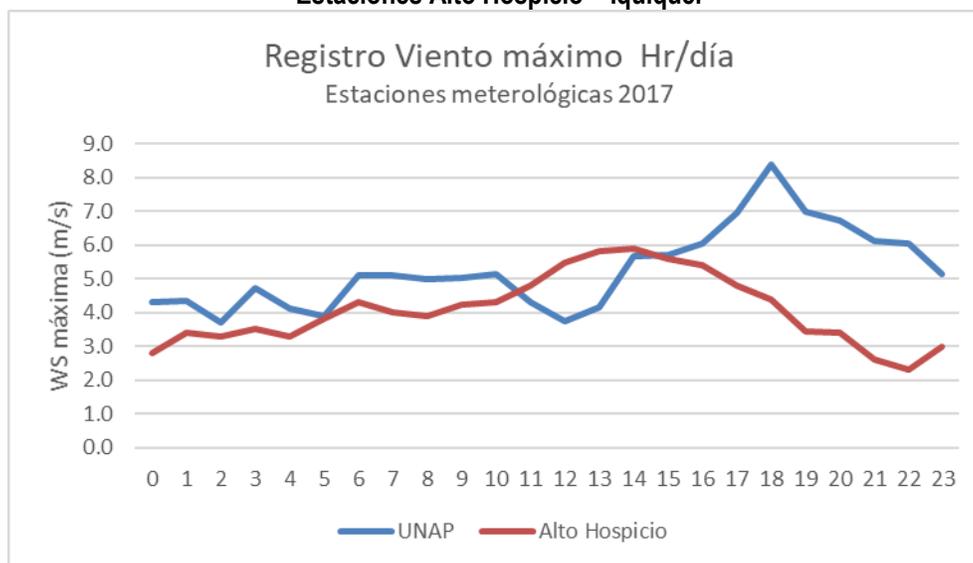


Fuente: Elaboración propia (2018).

d) Resultados Vientos extremos

La data utilizada para la modelación de la variable velocidad del viento, corresponde a la misma que se reporta para el resultado de variaciones de temperatura. De la misma forma, conforme al registro de velocidades del viento en m/s, se consulta la máxima velocidad por hora registrada según la data anual, cuyo resultado arroja una diferencia de comportamiento de curvas entre ambas estaciones meteorológicas considerable, dado que las máximas velocidades se registran en Iquique con 8.4 m/s en la tarde 18:00 hrs., mientras que en Alto Hospicio las máximas alcanzan sólo a 5.9 m/s a las 14:00 hrs. De la misma forma el rango de variación en mayor en Iquique (4.7 m/s) entre valores máximos a diferentes horas del día, que en Alto Hospicio (3.6 m/s) según la gráfica de curvas de WS máximas que se ilustran a continuación.

Ilustración 2-25: Registro de Máximas WS (m/s) por Hr/ día en data 2017. Estaciones Alto Hospicio – Iquique.



Fuente: Data meteorológica estaciones Alto Hospicio UNAP, Dirección Meteorológica de Chile. 2017.

Conforme a la aplicación de la metodología descrita se obtienen los resultados de modelación de clima para la variable de viento (WS), cada 1 hora para los 365 días del año, para 578 puntos que cubren el área de estudio en una configuración de grilla. De dicha data meteorológica se identifican los peak de máxima velocidades de viento mes a partir de la cual se realiza una interpolación para representar las coberturas de Viento mes durante un año. A ellos se les incrementan por variación mes en escenario de cambio climático más adverso tanto para futuro cercano (2030) como para futuro intermedio (2064). Conforme a los resultados la Velocidad máxima de viento se obtuvo para el mes de septiembre (14.871 m/s), y el menor valor de la curva de máxima temperatura en el mes de noviembre (10.297 m/s).

Los meses que representan los valores extremos de la curva de máxima velocidad del viento son los que interpolan para obtener las coberturas de mapas de amenazas por Vientos extremos, mapas que se adjuntan en Anexo planimétrico del presente informe. Los resultados por mes se visualizan en la siguiente tabla:

Tabla 2-74: Resultado de la modelación de Velocidad Viento (WS) por mes.

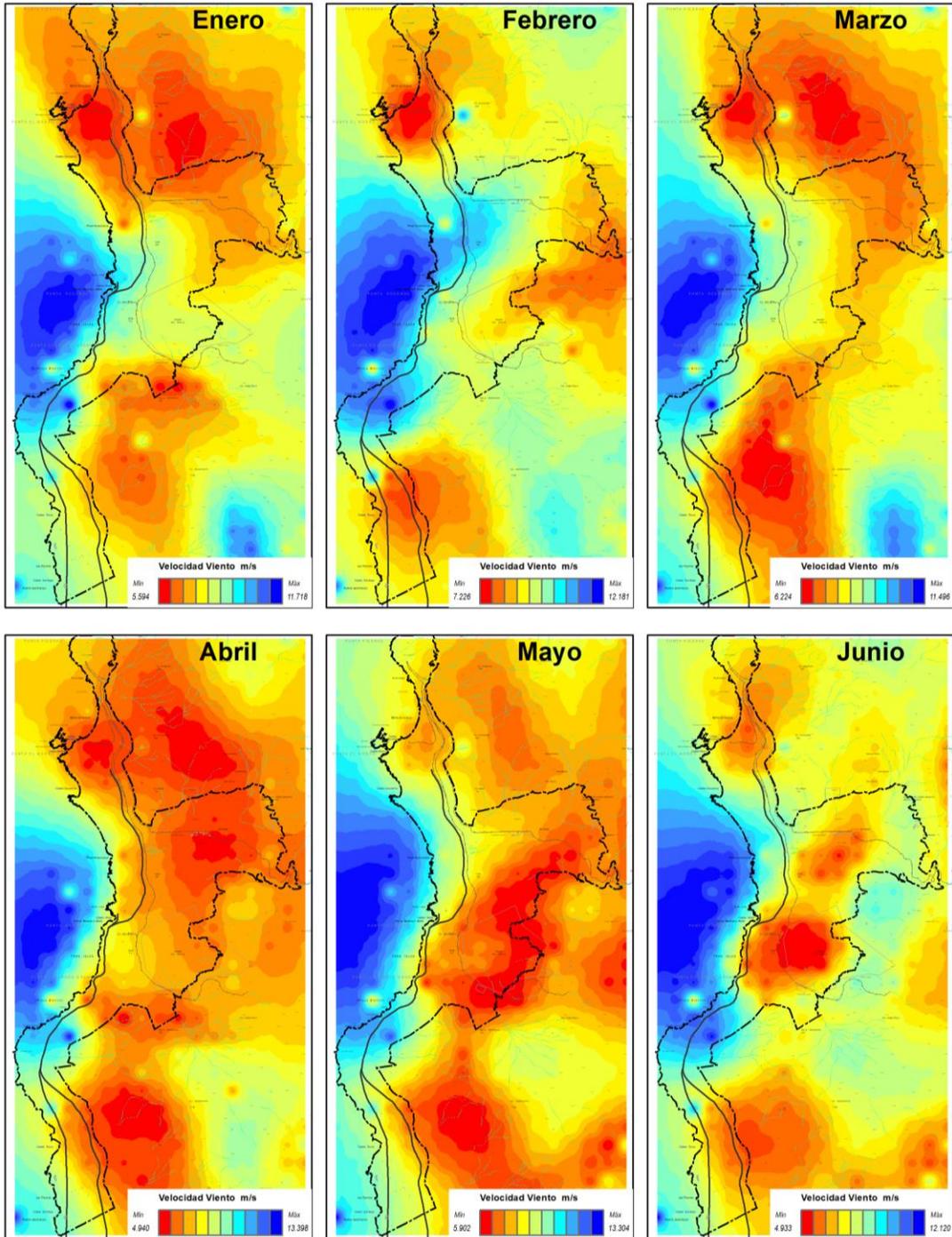
Meses	WS velocidad (m/s)		Futuro Cercano		Futuro Lejano	
	min	máx.	FC min	FC máx.	FL min	FL máx.
ene	5.594	11.718	5.574	11.698	5.584	11.708
feb	7.226	12.181	7.216	12.171	7.216	12.171
mar	6.224	11.496	6.254	11.526	6.254	11.526
abr	4.94	13.398	4.96	13.418	4.96	13.418
may	5.902	13.304	5.922	13.324	5.982	13.384
jun	4.933	12.12	4.913	12.1	4.983	12.17
jul	4.939	14.353	4.919	14.333	4.989	14.403
ago.	4.758	12.178	4.788	12.208	4.808	12.228
sept	5.638	14.871	5.618	14.851	5.688	14.921
oct	4.772	12.314	4.792	12.334	4.802	12.344
nov	4.587	10.297	4.577	10.287	4.587	10.297
dic	5.107	10.95	5.117	10.96	5.117	10.96

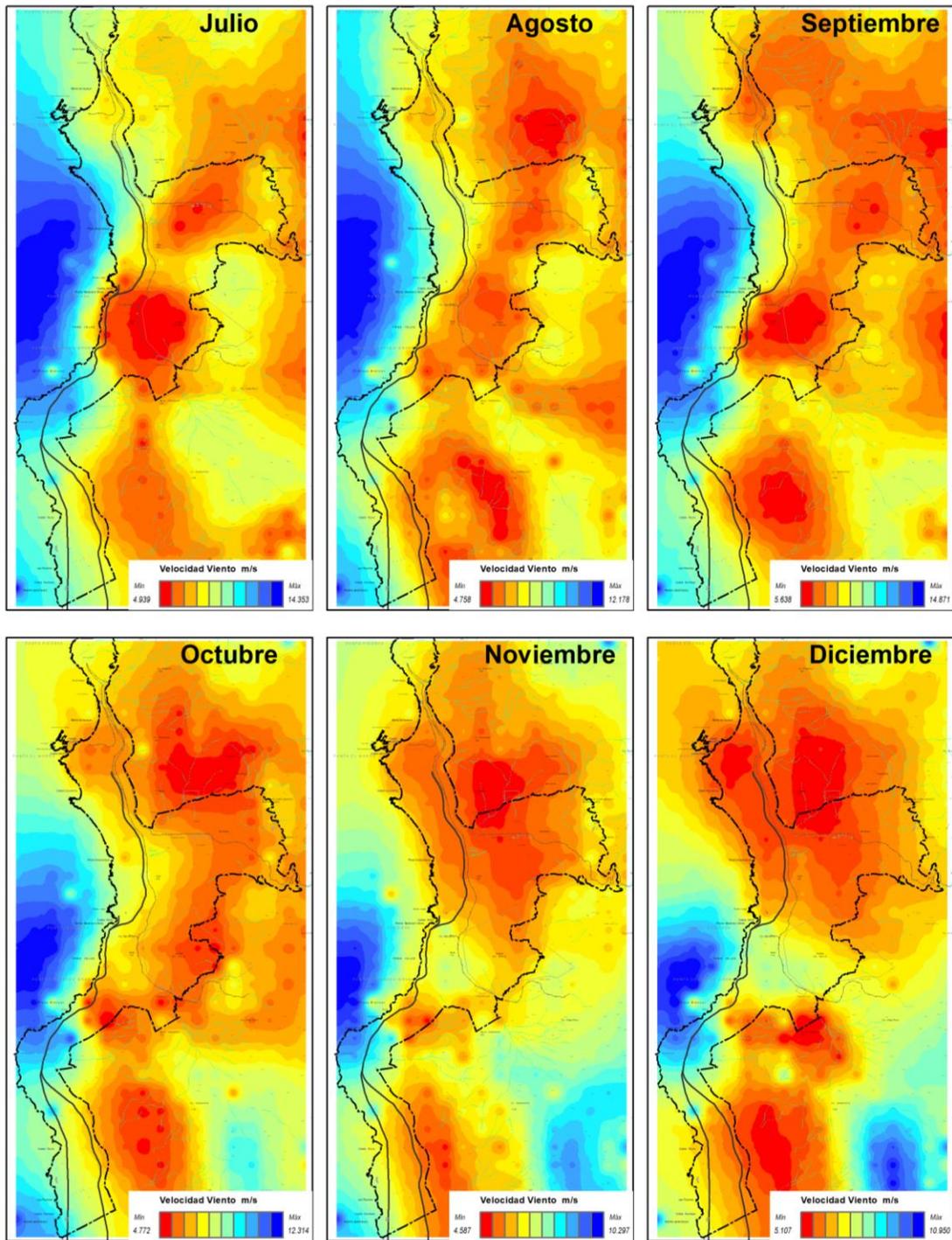


Fuente: Elaboración propia. Resultado modelación climática, 2018.

En la siguiente ilustración se visualizan la espacialización de los resultados de modelación de velocidad máxima del viento, a fin de contrastar las diferencias entre las áreas urbanas de Iquique y Alto Hospicio para los diferentes meses del año.

Ilustración 2-26: Mapa de Amenaza según variación de Velocidad de viento mensual (WS m/s)





Fuente: Elaboración propia (2018).

e) Resultados de precipitaciones

Del análisis de los registros de las precipitaciones anuales en la zona son escasas o prácticamente inexistentes, por lo que es posible señalar que la ciudad de Iquique y la localidad de Alto Hospicio, no presenta problemas asociados a las aguas lluvias de la manera y con la intensidad que se aprecia en otras zonas del país.

Los escasos eventos de precipitación no han superado los 7 mm de precipitación diaria, sin embargo, han producido el anegamiento de viviendas básicamente porque los techos de estas son inadecuados, ya sea por una construcción deficiente o por una falta de mantenimiento. Se producen pozas en las calles, que, de acuerdo con los informes de prensa, en algunos sectores han alcanzado hasta 10 cm de profundidad, pero no han sido de una naturaleza que interfiera con el normal funcionamiento de la ciudad ni han generado inundaciones en las viviendas aledañas. Sólo han causado molestias a una población poco habituada a la lluvia.

Los registros de precipitación sólo muestran la ocurrencia de tan sólo 5 eventos de precipitación importantes. Ellos se produjeron en septiembre de 1965, enero de 1969, enero de 1992, mayo del mismo año y julio de 2002. Las precipitaciones diarias registradas fluctuaron entre 3,7 mm y 7 mm, siendo el evento de mayo del 1992 el que registró las mayores precipitaciones. De estos sólo los de enero de 1965, mayo de 1992 y julio de 2002 aparecen mencionados en la prensa, en virtud de los problemas que produjeron. Adicionalmente, aparecen tres lluvias importantes con cobertura de prensa, las cuales ocurrieron en junio de 1911, junio de 1940 y julio del mismo año.

En general las precipitaciones son de tan baja intensidad que no existe registro que se haya producido, durante estos eventos, escurrimiento en las quebradas que confluyen a la Alto Hospicio o a Iquique. En general el agua caída se infiltra y no alcanza a producirse una escorrentía superficial.

No obstante, conforme al resultado de registros y modelación de esta variable climática, aparecen resultados que indican un registro de precipitación cuyos valores máximos fluctúan entre 0.1 mm hasta 3.244 en el área de estudio; no obstante, el valor más representativo del conjunto de resultados de la modelación climática para esta variable es inferior a 1 mm de precipitaciones (0.7355 mm).

3 FASE 3: PRIORIZACIÓN DE LOS RETOS DE VULNERABILIDAD

Los retos de reducción de vulnerabilidad se entienden como los elementos claves o mejores mecanismos para reducir durablemente los daños causados por las amenazas. Esto es hacer de nuestro sistema urbano un sistema más resiliente, con mayor capacidad para sobreponerse a las adversidades y específicamente a la ocurrencia de desastres naturales o amenazas. El objetivo es contribuir en forma directa a reducir el riesgo y aumentar la resiliencia (BID, Guía ICES, 2016).

Para ello, es clave esclarecer los conceptos que se relacionan entre sí, expuestos en los talleres, cuales son amenazas, vulnerabilidad y riesgos. La *Amenaza*⁸¹ se asocia a las “causas” es decir la generación del peligro; el *Riesgos*⁸² se entenderá como las “consecuencias”, es decir la magnitud del daño que ocasiona determinado peligro, y la *Vulnerabilidad*⁸³ como las “condiciones” propias del sistema urbano – territorial que reflejan el nivel de sensibilidad del sistema para enfrentar el peligro (causa), al objeto de sufrir menos daños (consecuencias), que es la cuantificación en definitiva del riesgo. Ello según se indica a continuación:

Ilustración 3-1: Marco Conceptual para la identificación de Retos de Vulnerabilidad



Según lo expuesto, lo que es razonablemente posible de intervenir a partir de la planificación y gestión del riesgo son las condiciones actuales del sistema urbano – territorial, que son determinantes en el grado de pérdidas humanas o materiales expuestas a un área de peligro; esto es las propias características o circunstancias que nos hacen más o menos susceptible a los efectos dañinos de una amenaza de origen natura.

⁸¹ Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un área (lugar) dada. Es un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. SUBDERE, 2011.

⁸² Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre. Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, viviendas, etc.). SUBDERE, 2011.

⁸³ Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso. Son las características y las circunstancias de una comunidad, sistemas o bienes que lo hacen susceptible a los efectos dañinos de una amenaza. SUBDERE, 2011.

Los retos, se identifican a partir del resultado obtenido del riesgo natural, caracterizando las zonas con mayor nivel de susceptibilidad a fin de mejorar las condiciones del sistema urbano conforme a las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad analizadas, a partir de ciertos estándares que se buscan de los indicadores de ciudades emergentes y sostenibles del BID, 2016.

3.1 RETOS DE VULNERABILIDAD POR AMENAZAS PRIORITARIAS

3.1.1 Sismo

Son los sismos, las amenazas de origen natural que más impactos generan, dada la familiaridad y recurrencia del evento; cuyo efecto probable es alterar el funcionamiento del sistema urbano, y dada la interdependencia de flujos entre Iquique – Alto Hospicio, precisamente la mayor vulnerabilidad por todos los actores reconocidas es la interrupción o corte de la Ruta A- 16, aislando ambas comunas, siendo sensible la hora del día de ocurrencia de un terremoto o sismo de gran magnitud.

No obstante, la secuencia de redes vitales e infraestructuras del sistema urbano es el que se ve alterado ante dicha amenaza, sumando a la infraestructura de transporte, la infraestructura sanitaria, energética, telecomunicaciones y equipamientos esenciales de salud, administración pública y defensa y salud.

Se reconoce especialmente vulnerable al sistema urbano, en la interrupción de suministro de agua potable, la saturación de redes de electricidad y telecomunicaciones, además de las carreteras Ruta A- 16 hacia Alto Hospicio, y hacia la interconexión sur Ruta 1. Ello esencialmente el sistema de redes toda vez que se configuran las interconexiones, interdependencias y atraviesos entre Iquique y Alto Hospicio, es la interrupción de las redes y conectividad lo que otorga la mayor vulnerabilidad al sistema metropolitano en estudio, cuya condición física y funcional de significativa vulnerabilidad podría aminorarse con un plan de contingencia adecuado.

Un aspecto importante es la preparación de la institucionalidad pública en planes de emergencia post catástrofe a lo que se suma el comportamiento de las personas para actuar al primer momento de un evento de esta naturaleza. No obstante, un aspecto de especial relevancia que denota mayor vulnerabilidad es el estado deficiente de las edificaciones, con alta disparidad por mayor concentración de edificaciones de nivel medio inferior a inferior en Alto Hospicio, que en el área urbana de Iquique. Cabe mencionar que las edificaciones más vulnerables corresponden esencialmente a viviendas, a diferencia que los equipamientos esenciales se encuentran en su mayoría con baja vulnerabilidad por estado de la edificación, es decir el estado crítico de la edificación no representa el estado de mayor vulnerabilidad por equipamiento esencial, o actividades productivas que generen potencial daño, cuyos estado de conservación y sistemas constructivos permiten constatar una baja vulnerabilidad en esta dimensión física.

3.1.2 Tsunami en Iquique

La mayor concentración en el borde costero (bajo la cota 25 msnm) de infraestructuras de transporte (ruta costera), generación energética, almacenamiento de combustible, sitios portuarios, emplazamiento ZOFRI, junto a la totalidad de los equipamientos esenciales en administración pública y defensa (Armada, Carabineros, PDI, Bomberos, FACH, y Ejército), además de algunos establecimientos de salud y educación, incrementan la vulnerabilidad de Iquique frente a eventos de tsunami, asociado a un evento de sismo de gran intensidad.

Cabe mencionar que conforme al registro de eventos catastróficos Iquique no se ve afectado por un Tsunami desde hace 140 años (1877 de 8,5° Richter), en consecuencia, no existe memoria colectiva en los habitantes respecto a la ocurrencia de este tipo de amenazas. Por su parte es importante considerar el alto nivel de exposición que tiene la ciudad de Iquique a este tipo de eventos, con las ventajas de contar con un umbral de seguridad como línea de evacuación ante tsunami claramente señalizada en el sentido longitudinal de la trama urbana desde el barrio industrial de la ZOFRI hasta Caleta Molle, cuyas condiciones topográficas de la planicie costera son favorables a una rápida evacuación de la zona más expuesta con mayor nivel de susceptibilidad a

este tipo de amenazas. Vale decir Iquique presenta ventajas del sitio de emplazamiento para reducir la vulnerabilidad particularmente en la dimensión humana, salvaguardando la integridad física de las personas, al contar con la posibilidad de evacuación por contar con una zona de seguridad próxima a la línea de costa en la misma planicie litoral del desarrollo urbano.

Por ello, en este tipo de amenaza representa mayor vulnerabilidad en la dimensión económica por la afectación a la actividad comercial – industrial de la Zofri y el transporte portuario esencialmente.

3.1.3 Flujos por quebradas o Aluviones

Un evento aluvional genera efectos inmediatos, en la operatividad del sistema urbano conforme a la interrupción de servicios y actividades, con daños en la infraestructura pública.

En términos de caracterización de la potencial amenaza, y los efectos de vulnerabilidad en el sistema urbano, se considera como resultado de los estudios en las quebradas estudiadas en detalle por riesgo aluvional, que los escurrimientos en el área urbana no serían superiores a 30 cms de profundidad para periodos de retorno de 200 años (DOH MOP, Arcadis, 2012)⁸⁴

La amenaza aluvional se desencadena frente a la ocurrencia de un evento extremo climático de tipo hidrometeorológico. El evento aluvional considera una masa de sedimento agitada y saturada de agua, que se desliza pendiente abajo (Arcadis, 2012), por lo que se compone de una parte sólida (material arrastrado) y una parte líquida (que posibilita el arrastre), cuya combinación en secciones de quebrada producen un efecto de alto potencial destructivo. En consecuencia, aspecto sustancial es prever el nivel de intervención antrópica por ocupación en la sección de quebradas como área de influencia potencial del deslizamiento del flujo, como la carga de material de arrastre que potencia el daño ocasionado.

Por ello la vulnerabilidad del sistema urbano por este tipo de amenazas se supedita a los márgenes de ocupación de las zonas con susceptibilidad por considerarse cuencas aportantes al arrastre y conducción de flujos de detritos, por lo que el control de mayor afectación es por un lado restringir la ocupación de sus áreas de escurrimiento naturales, con alternativas de relocalización de equipamientos o infraestructuras más críticas en la actualidad emplazadas en zonas con susceptibilidad de verse afectadas por este tipo de amenazas, así como de restringir nuevas instalaciones a futuros en áreas desprovistas de instalaciones o construcciones.

Por otro lado, se ha dispuesto como medidas de control aluvional es la ejecución de obras de ingeniería en la contención y conducción de flujos en quebradas para evitar daños en las zonas urbanas.

Un aspecto considerable que incrementa la vulnerabilidad es la intervención, construcción y ocupación de los cauces de las quebradas con elementos constructivos o algún tipo de infraestructura que obstaculiza el escurrimiento natural en las quebradas y que ante un evento aluvional podría incrementar el riesgo y con ello el daño. Particular relevancia tiene en quebrada seca la extensión de disposición de basura, y material de desechos del vertedero de Alto Hospicio, dado que la parte alta del cauce natural abarcaría parte de la superficie del vertedero, lo que incrementaría el daño y con ello el peligro, durante una amenaza de origen aluvional. Dicha vulnerabilidad asociada a esta amenaza es extrapolable a la disposición irregular de micro basurales en el conjunto de quebradas que integran el área de estudio en las cercanías del consolidado urbano Iquique – Alto Hospicio, con consecuencias de problemas sanitarios que afecta directamente a la población en la proximidad de la parte baja de las quebradas, y que corresponde al límite interior de cada área urbana caracterizado por los márgenes de mayor vulnerabilidad humana y social de bordes interiores de pobreza urbana.

⁸⁴ Estudio de Factibilidad “Construcción Obras Aluvionales en Quebradas de Iquique y Alto Hospicio”, DOH MOP. Arcadis Chile, Octubre de 2012.

3.1.4 Remoción en masa

Frente a este tipo de amenazas, aspectos que incrementan la vulnerabilidad son las intervenciones antrópicas que alteran las pendientes particularmente en taludes y quebradas en la cual se desarrollan actividades de remoción de material o tierras, entre las cuales cabe mencionar como las de mayor impacto las relativas a la extracción de áridos, que en si están al margen de la regulación de usos de suelo por parte de las normativas urbanas, disposiciones propias contenidas en los IPT. En consecuencia, estas alteraciones en el terreno; incrementando en la mayor cantidad de las veces, la inestabilidad de laderas o taludes, se deben abordar mediante la necesaria fiscalización de la formalidad y permisos correspondientes por parte de los organismos públicos respectivos (DOH- MOP, DOM- Municipalidades).

En consecuencia, se ha identificado el control de la actividad de extracción de áridos en el ámbito de la gestión, lo que incrementa los daños producidos por este tipo de amenazas.

3.1.5 Marejadas en Iquique

Frente a este tipo de amenazas un ámbito de preocupación es el aumento de los niveles del mar, y cambios en mareas que afecten potencialmente el frente litoral de la ciudad de Iquique, fenómenos que se verían incrementados en contexto del cambio climático. La percepción y valoración de los actores consultados, frente a este tipo de amenazas es que las marejadas en Iquique han aumentado progresivamente en el tiempo, afectando en mayor medida la operación del puerto y las consecuentes pérdidas económicas derivadas de su cierre temporal. Cabe señalar la preocupación por el cambio de frecuencia de las marejadas, incrementando las vulnerabilidades de las actividades que se desarrollan en esta sección del litoral.

La mayor vulnerabilidad ante este tipo de amenazas lo representa el sitio portuario, con daños materiales e interrupción en la gestión de operación del sitio. Ello es relevante ante el incremento de la frecuencia del daño, frente a escenarios de cambio climático, experimentándose inclusive en el último año, afectando negativamente al encadenamiento productivo a la secuencia de actividades económicas derivadas del transporte y almacenamiento portuario, cual es el comercio y la actividad industrial.

Las mayores afectaciones corresponden a la infraestructura portuaria, caletas muelles, mobiliarios, paseos de costanera, calles próximas a la línea de costa, muros de contención entre otros elementos constructivos más expuestos.

Según el registro de eventos catastróficos, se refieren a marejadas ante el aumento de altura de olas de hasta 6 metros, con interrupción de tránsito por avenida costanera, cuyas causas refieren tanto a la corriente de El Niño como a condiciones atmosféricas, relacionados con sucesivos vientos frontales o fuertes vientos. En términos de daños lo que más se ha registrado son 60 damnificados tras la marejada del 26 de mayo de 1985 (Desinventar, 2014).

En consecuencia, un aspecto esencial es contar con una infraestructura de borde costero adecuada ante las eventuales marejadas, resistente desde el punto de vista constructivo, de fácil reposición desde el punto de vista de su habilitación y desprovistas de equipamiento público crítico por daños y costos asociados a pérdidas, en miras de prever escenarios de mayor recurrencia de este tipo de eventos, en contextos de cambio climático.

3.1.6 Vientos extremos

Mayores problemas han causado los vientos, que durante algunas de las tormentas han alcanzado velocidades de hasta 50 km/h, de acuerdo con las informaciones recopiladas en la prensa local, provocando la caída de árboles, poste de publicidad, interrupción del servicio eléctrico y la voladura de techos.

Por su parte, dichos umbrales de mayor vulnerabilidad prácticamente se superan en dos meses en el año según las máximas calculadas por las modelaciones de velocidades de vientos. Esto es en los meses de julio con 51.63 Km/ hr (14.403 m/s) y en septiembre con la máxima anual de 53.5 km/hr (14.921 m/s), con riesgos a generar daños en edificaciones más vulnerables según materialidad de sus componentes de revestimientos y

principalmente techos, siendo favorable que esta situación más crítica afecte en mayor medida al área urbana de Iquique por su menor vulnerabilidad física de la calidad de sus edificaciones, respecto a Alto Hospicio.

3.1.7 Hundimiento por suelo salino en Alto Hospicio

A partir de la información geológica de la comuna de Alto Hospicio, se ha concluido que los suelos en la cual se encuentra emplazada la comuna son colapsables ante la disolución de sales contenidas en las Gravas de Alto Hospicio, que constituye la matriz de la unidad geológica del territorio (SERNAGEOMIN, 2014)⁸⁵.

El porcentaje que ha arrojado los estudios de muestreos (calicatas realizadas) es superior al 2%, por lo cual las medidas de mitigación afectan a toda la red sanitaria existente y por construir al alero de los futuros proyectos de urbanización en el área urbana. Esto implica considerar medidas de mitigación correspondientes a sistemas de recubrimiento de la red de cañerías, o bien una materialidad con garantía de hermeticidad, que prevea futuras filtraciones y con ello sucesos de socavones, por colapso del suelo salino.

En consecuencia, aspecto sustancial a resolver en términos de vulnerabilidad frente a la condición de suelo salino, es el control de pérdidas de agua y efluentes de las redes sanitarias, correspondientes tanto a matrices como a la red de colectores, a cargo de la empresa sanitaria Aguas Altiplano; así como el control del regadío de áreas verdes, todas como medidas preventivas que atiendan a dicha amenaza.

Ello, teniendo como antecedentes las pérdidas históricas de agua potable del sistema que alcanzan en promedio 43,9%, considerando las facturaciones de los años 2009 al 2011.

Conforme al marco legal de servicios públicos, Art. 4° y 5° de la Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas, la concesión de las zonas urbanas de Iquique – Alto Hospicio está a cargo de la empresa sanitaria ECONSSA CHILE SA. Aguas del Altiplano S.A.

De esta forma el concesionario de la disposición de aguas servidas es Aguas del Altiplano S.A. es el administrador tanto de las conducciones como de la red de recolección hasta las uniones domiciliarias, que, en lo concerniente a la red de alcantarillado, correspondiente a un factor detonante de la amenaza latente por condición de suelo salino, cual es la mantención de la red por filtraciones de aguas servidas. Lo anterior considerando la materialidad del sistema principalmente de recolección correspondiente a Asbestos cemento, acero y HDPE, como de la red misma correspondiente a asbestos cemento, PVC, HDPE y cemento comprimido.

Según catastro de las casas que han sufrido asentamientos diferencial producto de socavamiento de terreno, ingresados a la DOM (Dirección de Obras Municipales) de la Municipalidad de Alto Hospicio durante el 2018, se contabilizan 67 viviendas afectadas. Dicha amenaza afecta al parque habitacional construido en la totalidad del área urbana de Alto Hospicio que según Censo 2017 alcanzan un total de 33.178 viviendas, correspondiente a una superficie predial con destino habitacional igual a 2.703.430 m² según cobertura de uso de suelo equivalentes a un 20% del total de superficie predial del área urbana igual a 12.991.620 m² (SII, 2017). Cabe considerar en un contexto de oportunidad respecto a esta susceptibilidad de amenaza en miras de reducir la vulnerabilidad al desarrollo urbano, que el 43% de dicha superficie predial enrolada por el SII, presenta la condición de sitio erizado igual a 5.621.504 m², a fin de que se implementen medidas de mitigación para la edificación futura. En síntesis, la superficie predial con destinos de edificaciones que albergan recintos habitables para el conjunto de actividades en la localidad de Alto Hospicio alcanza a un total de 7.354.627 m², y la totalidad de los habitantes igual a 108.375 personas según Censo 2017, los que representan la magnitud de vulnerabilidad por este tipo de peligro o amenaza.

Según los registros de prensa⁸⁶, los socavones que se han registrados, han generado daños materiales en viviendas tanto en recintos interiores como entornos, afectando a cerca de 2.807 casas particularmente en el

⁸⁵ SERNAGEOMIN. INFORMACIÓN GEOLÓGICA DE LA COMUNA DE ALTO HOSPICIO. Geología y suelos salinos. Agosto, 2014

⁸⁶ www.plataformaurbana.cl de fecha 8 de February, 2016. Los agujeros de Alto Hospicio. Fuente: El Mercurio

sector La Pampa, El Centro y El Boro; población Santa Teresa entre otros, producto de las filtraciones en la red sanitaria que provoca que el suelo pierda fuerza, se hunda y surja el hoyo experimentándose dimensiones diversas según la fuente de filtración desde 3 a 30 metros de profundidad.

Los efectos en las personas como habitantes, es de mayor vulnerabilidad dado que obedece a una condición de emplazamiento sin discriminar en condición socioeconómica o estructural del inmueble, cuyos eventos de socavones, afectan seriamente la habitabilidad de las familias de la comuna. Los eventos se han registrado de según consulta en prensa se han sucedido desde el año 2008 hasta la fecha, cuya percepción y evaluación de la administración pública han pasado en 10 años desde hechos aislados accidentales a representar hechos más frecuentes y causales de una condición de suelo salino según información geológica de SERNAGEOMIN.

En este sentido aspecto crucial a resolver es la reposición de la red de alcantarillado y agua potable del área urbana de Alto Hospicio, y a la incorporación de medidas de mitigación correspondientes para las futuras urbanizaciones en el área con susceptibilidad a este tipo de amenaza.

Cabe considerar que, desde el 2012 SERVIU, ha comenzado a adoptar medidas a través de un itemizado técnico regional con la finalidad que las nuevas viviendas se construyeran incorporando mitigaciones frente a esta amenaza. Para ello se ha consultado un material de cañerías de agua potable y alcantarillado acordes a dicha condición de salinidad del suelo, cuyas uniones de fitting en cañerías utilicen termofusión, y la construcción de un zócalo en viviendas colectivas o en altura, con el propósito de monitorear el estado de mantención de las instalaciones, posibilitando inspecciones periódicas y mantenciones de los ductos, evitando de esta manera las eventuales filtraciones. Se han construido con estas medidas de mitigación constructivas 1.086 viviendas desde el 2012.

El reto de reducción de vulnerabilidades que genera este tipo de amenaza por hundimiento de suelo salino compromete acciones tanto de organismos públicos como SERVIU en las medidas adoptar para el diseño y construcción de nuevas viviendas, como para la empresa privada sanitaria Aguas Altiplano para la reposición y reparaciones de las filtraciones de la red de servicios básicos.

3.1.8 Alteraciones de temperaturas

La alteración de temperaturas afecta esencialmente a la población más vulnerable según rango etáreo, adultos mayores y niños, en un escenario de urbanización creciente con una proyección de aumento de Eventos climáticos extremos, tanto en frecuencia como en magnitud según lo establecen los documentos a nivel mundial que versan sobre cambio climático (IPCC, AR5).

De esta forma, se han esgrimido como potenciales impactos en la población que habita en ciudades, consecuencias negativas tanto en términos materiales, como sanitarios, afectando la calidad de vida de las personas, especialmente en el caso de la población más vulnerable.

En Iquique – Alto Hospicio tratándose de la macrozona norte, se acompaña con escasez hídrica o reducción de la disponibilidad de agua a futuro para consumo de la población.

3.2 RESULTADOS DEL TALLER 2 VALIDACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROPUESTAS

La fase expositiva del taller, entrega los antecedentes de nociones generales y conceptos básicos para la comprensión del riesgo que se pretende identificar, a partir del análisis del nivel de sensibilidad del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio, que tan expuestos estamos, y cuáles son las condiciones actuales del área metropolitana que nos hacen más susceptibles a sufrir mayores daños frente a la ocurrencia de amenazas, con el agravante de la potencial aumentos de frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos a nivel mundial con impactos locales significativos.

Por ellos se presentan los resultados indicando en primer lugar las consultas y comentarios de los asistentes al taller respecto a los contenidos expuestos, los resultados de las matrices con las ideas fuerzas que fundamentaron las valorizaciones según el ejercicio de semáforo empleado, y finalmente las propuestas de valorización enunciadas en la instancia de plenaria por cada una de las mesas de trabajo.

3.2.1 Consultas y comentarios en el desarrollo del taller

- Se solicita revisar los datos de damnificados, consultando por la fuente, dado que les parece excesivo el dato de damnificados para riesgo de aluviones, ello ante la duda de que pueda corresponder al dato regional. Este punto se valida con la data de registro histórica de Desinventar, 2014; que publica para el evento aluvión de fecha 23 de febrero de 1972 un total de población afectada de 180.000 personas.
- Considerar las amenazas de origen antrópico que les parece relevantes por recurrencia en el caso de Iquique como de Alto Hospicio mencionando específicamente el caso de incendios en inmuebles. Ello en particular asociado al aumento de temperatura progresivo en contexto cambio climático. Se informa que los riesgos antrópicos están fuera del ámbito del presente estudio, recomendándose como iniciativa complementaria futura.
- Se consulta por el peligro lento de aumento temperatura, sequía, y disponibilidad del recurso hídrico que es preocupante por la disminución progresiva de precipitaciones en el área urbana. Afecta al área metropolitana, la disminución de la disponibilidad de agua, por la mención de sequía.
- Se consulta porque no considerar vientos fuertes en Iquique, cuando también es una amenaza que afecta a esta ciudad y no solamente al caso de la comuna de Alto Hospicio. Se indica que fue priorizada como resultado de las votaciones en el Taller 1. No obstante la metodología aplicada de modelación meteorológica se considera el análisis de resultado de velocidad del viento para ambas ciudades.
- Se consulta por la incorporación del caso de las caletas pesqueras, y la delimitación del área de estudio, correspondiente al resultado de la Etapa 0 inicial, en acuerdo con la contraparte técnica del estudio.
- Se indica la necesidad de incorporar el estudio del INE respecto a las áreas urbanas y la metodología para el análisis de los sistemas urbanos, lo que se considerará como antecedentes, en particular para el desarrollo de la siguiente etapa correspondiente al análisis de la mancha urbana en materia de crecimiento.
- Se consulta por el acceso a la información y resultados de esta etapa del estudio, a fin de que sea sociabilizado a los organismos públicos y privados, por parte del GORE, en particular por la generación de información y datos relevantes respecto a peligros. Ello aludiendo a su retroalimentación y coordinación, para con la disponibilidad de bases de datos del área de estudio.

Foto 3-1: Desarrollo Fase Expositiva del Taller



3.2.2 Fase Taller Mesas de trabajo

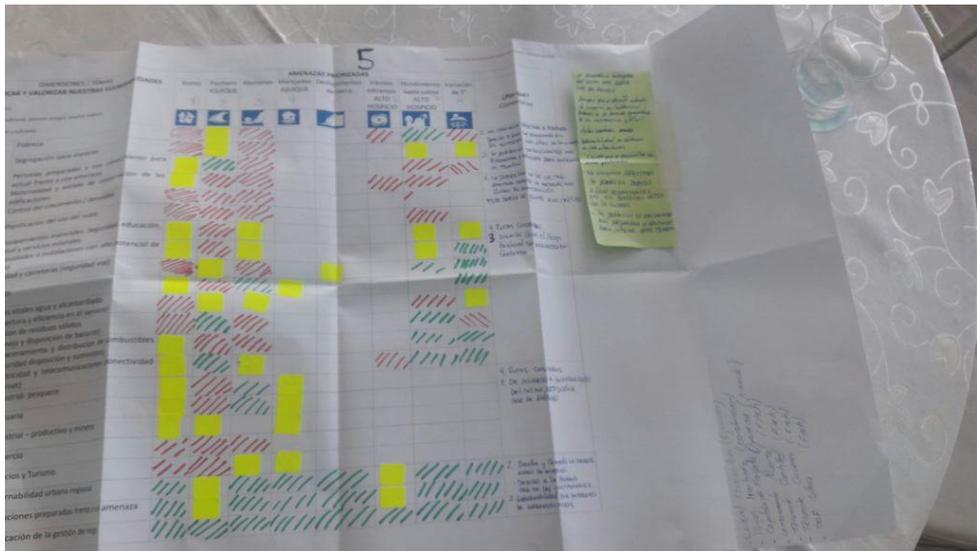
Se constituyeron 7 mesas de trabajo con el total de asistentes, abordándose en cada una de ellas la metodología de trabajo, completando la matriz de Vulnerabilidades – Amenazas, en respuestas de las preguntas ¿Qué es lo que ha causado o podría causar más daño, según las amenazas a las que estamos expuestas?, ¿Cuáles son nuestros puntos más críticos para enfrentar cada amenaza, y que requeriríamos fortalecer para reducir los daños causados? Los registros en esta instancia de trabajo, tanto en la semaforización de las matrices como en los fundamentos expuestos en la conversación grupal, se muestran a continuación:

Mesa N°	Resultado Matriz
1	

Mesa N°	Resultado Matriz
2	
■	Hundimiento suelo salino:
	Urge contar con mayor gestión del riesgo y contar con un Gobernabilidad regional real, que logre controlar las pérdidas de agua que se generan por las redes de agua supervisando de forma correcta a la empresa sanitaria en su cumplimiento.
■	Aluviones
	Un evento aluvional genera efectos inmediatos en la Vulnerabilidad Funcionales, afectando principalmente la infraestructura pública, además de afectar áreas de comercio regional importante (Zofri). La eventual construcción de obras aluviales por parte del MOP disminuirá los daños que pudiese provocar este tipo de fenómeno natural.
■	Deslizamiento de tierra
	No existe una correcta gestión del riesgo, desde el punto de vista de la regularización y control de la extracción de áridos, las que provocan claros riesgos de deslizamientos.
■	Marejadas
	El principal factor que se ve afectado por este es el sector Portuario (Portuario – Caletas); generándose mayor frecuencia de este evento en el transcurso del año lo que provocan un efecto negativo en el comercio.
■	Sismo y Tsunami
	Las vulnerabilidades funcionales (Puerto, Vialidad, Agua y alcantarillado, Infraestructura Pública, etc.), son un punto crítico que requiere preponderancia especial.
■	Variación de temperatura
	se considera de manera transversal debido a que el cambio climático afecta transversalmente a otros factores como los fenómenos naturales de vientos extremos, Manejadas, Sismos y Tsunamis, a largo plazo dentro del periodo de 10 años.
■	Manejadas Iquique

Mesa N°	Resultado Matriz
	con mayor impacto por condición de pobreza y segregación. Afecta infraestructura donde el principal usuario son de escasos recursos, perdiendo su fuente laboral (caletas). Bajo Molle – Desplazamiento de tierra: sector sin obras de protección; con potencial daño por materialidad y estado de conservación de edificación.
	Planificación de gestión del riesgo: Los planes se discontinúan debido a cambio de administraciones.
3	
	Aluviones / Instalaciones
	Se consideró rojo por el caso de Alto Hospicio que está expuesto y no tiene medidas de instalación nuevas de contención.
	Sismo / Viabilidad y carreteras (seguridad vial)
	Rojo por considerar la carretera de borde costero, rojo por considerar Ruta Iquique – Alto Hospicio.
	Sismo / Redes Vitales
	Corte de agua
	Sismo / Electricidad y telecomunicaciones. Saturación de la red
	Variación de Temperatura / Planificación del riesgo en salud. Amarillo por el alza de temperatura
	Tsunami –Iquique / Portuario – Industrial producto.
	Depende de la magnitud, Tsunami, Pobreza, segregación socio –espacial por la dificultad de traslado posterior a sismo o tsunami para retomar funciones.
	Gobernabilidad Planificación. Amenazas en general, identificando equipo técnico de apoyo a la información para la toma de decisiones vinculado principalmente para volver a la normalidad

Mesa N°	Resultado Matriz
4	
	<p>Dimensión Humana Sismos – Aluviones</p>
	<p>Humana – Pobreza. La máxima población afectada es pobre, vive cerca del cerro.</p> <p>Humana - Segregación socio espacial. Asentamiento ubicado en el borde del cerro.</p> <p>Humana – Personas preparadas y con conocimiento para actuar ante una amenaza</p> <p>No hay cultura de aluvión en la zona.</p> <p>Física – Materialidad y estado de conservación de las edificaciones</p> <p>Ampliaciones irregulares riesgo Alto, Construcción ligera (centro histórico)</p> <p>Física – Planificación del uso del suelo</p> <p>Equipamiento crítico en zona de inundación, no está considerado dentro de la planificación urbana.</p> <p>Funcional –Vialidad y carreteras (seguridad vial). Ruta 16.</p> <p>Funcional – Puerto. Infraestructura muelle.</p> <p>Funcional –Redes vitales agua y alcantarillado. Agua Potable.</p> <p>Funcional - Gestión de residuos sólidos Ruta 16 transporte de transporte de residuos, relleno ubicado en comuna Alto Hospicio en zona de riesgo aluvional.</p> <p>Funcional – Almacenamiento y distribución de combustibles</p> <p>Se cortan los accesos para el suministro, estanques combustibles en Zofri, termoeléctricos en zona costera.</p> <p>Económica- Comercio. Afecta ecosistema marino.</p> <p>Económica – Portuario. Acceso conectividad.</p> <p>Económica – Comercio. Zofri, quebrada cerro esmeralda.</p>
	<p>Institucional. Faltan más estudios</p>

Mesa N°	Resultado Matriz
5	
	<p>Humana. No viéndose afectada la pobreza debido a que se encuentra en los sectores más altos de la ciudad. La población se encuentra más preparada y educada para enfrentar un tsunami.</p>
	<p>Física: La pobreza no se vetan, afectada debido al material más liviano de construcción, este sería el punto más crítico.</p> <p>Funcional: Rutas costeras. Emplazamiento del Hospital. Regional se encuentra en quebrada.</p> <p>Económica: Rutas costeras. De acuerdo con la intensidad del sismo, este podría ser de riesgo.</p>
	<p>Institucional.</p>
	<p>Siempre y cuando se decrete estado de excepción. Debido a la buena organización de las instituciones.</p> <p>Gobernabilidad por deterioro de infraestructuras. De acuerdo con la intensidad del sismo este podía ser de riesgo. Siempre se decreta estado de excepción en (institucional). Debido a la buena organización de las instituciones.</p> <p>Rutas costeras. Gobernabilidad por deterioro de infraestructuras.</p> <p>La población se encuentra más preparada y educada para actuar ante tsunami.</p>

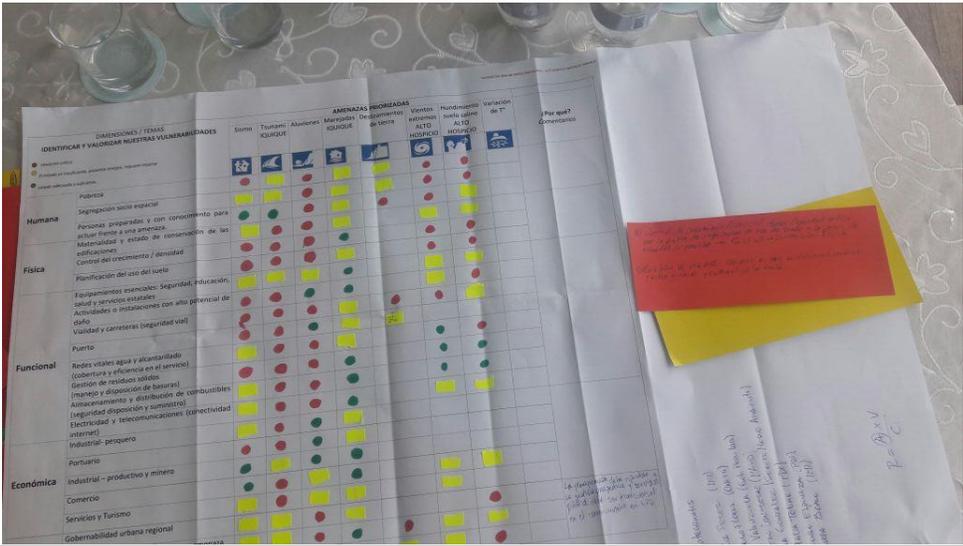
<p>Mesa N°</p>	<p>Resultado Matriz</p>
<p>6</p>	
<p style="background-color: #90EE90; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></p>	<p>Institucional</p>
<p style="background-color: #FF0000; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></p>	<p>La planificación debe apuntar a la gestión prospectiva y servicios públicos debe ser transversal en el conocimiento en GRD.</p>
<p style="background-color: #FF0000; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></p>	<p>Control de crecimiento / Densidad:</p>
<p style="background-color: #FF0000; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></p>	<p>Gran capacidad crítica por la falta de regularización de uso de suelo y la crisis de viviendas disponibles. Sismos – Dimensión Física. Gestión de residuos: obedece a más dimensiones como el factor humano y cultural de la zona. Tsunami – segregación socio espacial.</p>
<p>7</p>	
<p style="background-color: #FF0000; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></p>	<p>Humana Cultura de desastre, pero baja capacidad de acción o respuestas. Física: Por la falta de planificación actualizada. Funcional: Servicios básicos más vulnerables, residuos, falta inversión Institucional / Planificación</p>

Foto 3-2: Desarrollo Fase Mesas de Trabajo del Taller



3.2.3 Plenaria final

Los principales comentarios de los representantes de las mesas de trabajo son:

- Mesa N° 1 Se priorizan las primeras tres amenazas, con las mayores vulnerabilidades calificadas en rojo por la magnitud del daño que generan, más que por la frecuencia de ocurrencia. Entre las vulnerabilidades, la dimensión humana es más crítica, en rojo porque es lo más relevado y considerado, que los aspectos económicos y físicos.
- Mesa N°2: Desestimar la variación de temperatura como amenaza. Es una amenaza que genera consecuencias en el resto de los peligros, por sí sola no se analiza motivo por el cual el grupo la elimina. Por su parte unen temas de vulnerabilidad entre las cuales las variables de pobreza y segregación socio espacial se unen, así también lo referente a la planificación y gestión del riesgo El grupo destaca la amenaza de los aluviones, y las vulnerabilidades asociadas.
- Mesa N° 3 Se reconoce la experiencia y evaluación de la capacidad de respuesta post catástrofe, citándose el caso del puerto cuando paso el sismo, que evidenció la capacidad para comenzar a operar con los equipos, la parte comercial, viéndose esencialmente afectados por la falta de conectividad con Alto Hospicio, dado la gran cantidad de personas operarios que viven allí, por lo que la conexión entre ambas ciudades es fundamental. No hay entidad pública y privada para encabezar la dirección y planificación ante la respuesta de una amenaza, se afirma que las direcciones regionales de organismos públicos trabajan en forma independientes.
- Mesa N° 4. En general entre las amenazas priorizadas, la conectividad entre Iquique y Alto Hospicio es un factor gravitante para la reducción de la vulnerabilidad, a lo que se suma la disposición de los servicios básicos por quebrada seca, y las implicancias en el cese de las comunicaciones entre ambas comunas, generando muchos problemas para enfrentar las amenazas. Dentro de las vulnerabilidades existen múltiples factores importantes a considerar, siendo lo más importantes la conectividad entre ambas comunas.
- Mesa N° 5 Las valoraciones se fundamenta en la experiencia de cada una de las ramas de FFAA, experiencia de trabajo conjunto con el mundo civil, dada después del terremoto, generando un parámetro de trabajo conjunto entre la parte civil con la parte militar de Iquique, generando a partir de ello una matriz replicable para todo Chile, En Iquique, es la única parte que han trabajado de la mano en forma real, y eso se plasma en la valoración de los temas en la matriz, considerando que ante la amenaza de terremoto, la institucionalidad regional se encuentra preparada. Poder trabajar en un

ambiente civil ha funcionado, en conjunto con las telecomunicaciones. La parte institucional es bastante buena la evaluación, dada la buena coordinación y organización de todos los actores en caso de riesgos.

- Mesa N° 6 Los actores fueron bastantes críticos, considerando un trabajo más orientado hacia la gestión prospectiva del riesgo, es decir la gestión de riesgo, como funciona el sistema, considerando que se cuenta con un sistema de emergencias regional bastantes sólidos para enfrentar las tres primeras amenazas priorizadas (Sismo, Tsunami y Aluviones). Se expone que todos deben involucrarse en la planificación y gestión de riesgos. A su vez, para la difusión en la gestión y respuesta de riesgo, se debe reflexionar respecto a la comunicación. En la región, hay una organización, hay una fuerza de tareas, convergen las instituciones, y los diferentes servicios en 12 tareas conocidas, aprendidas y sistematizadas, desde el 1 de abril se marca un antes y después. No obstante, se reconoce que falta información para la comunidad en general.
- Mesa N° 7 Respecto a la dimensión humana, la gran riqueza es la reacción de las personas ante una amenaza que nos afecta; considerando que la respuesta que se ha experimentado ha comprobado que ha sido bastante buena. La falta de planificación de los instrumentos es clara. Los servicios básicos son insuficientes afectando a la población, cuales son el suministro de agua, telecomunicaciones, electricidad. Respecto a la inversión, se propone que el Estado obligue a la empresa privada a invertir en razón a la mantención de las redes e instalaciones para evitar pérdidas. La evaluación respecto a los tsunamis es mucha especulación, dado que ha pasado mucho tiempo que no ha ocurrido una amenaza de este tipo (1870), por lo que hay un sesgo de cómo reaccionar frente a un tsunami en las respuestas.

En síntesis, los resultados del taller integrando las matrices de los 7 grupos de trabajo expuestos precedentemente, se indica en la siguiente tabla , a partir de las cuales se desarrolla el análisis de riesgo.

Tabla 3-1: Resultados de las matrices Vulnerabilidades – Amenazas Taller 2.

			AMENAZAS							
			Sismo	Tsunami IQUIQUE	Aluviones	Marejadas IQUIQUE	Deslizamientos de tierra	Vientos extremos ALTO HOSPICIO	Hundimiento suelo salino ALTO HOSPICIO	Variación de T°
VULNERABILIDADES	Humana	Pobreza	●	●	●	●	●	●	●	●
		Segregación socio espacial	●	●	●	●	●	●	●	●
		Personas preparadas y con conocimiento para actuar frente a una amenaza.	●	●	●	●	●	●	●	●
	Física	Materialidad y estado de conservación de las edificaciones	●	●	●	●	●	●	●	●
		Control del crecimiento / densidad	●	●	●	●	●	●	●	●
		Planificación del uso del suelo	●	●	●	●	●	●	●	●
	Funcional	Equipamientos esenciales: Seguridad, educación, salud y servicios estatales	●	●	●	●	●	●	●	●
		Actividades o instalaciones con alto potencial de daño	●	●	●	●	●	●	●	●
		Vialidad y carreteras (seguridad vial)	●	●	●	●	●	●	●	●
		Puerto	●	●	●	●	●	●	●	●
		Redes vitales agua y alcantarillado (cobertura y eficiencia en el servicio)	●	●	●	●	●	●	●	●
		Gestión de residuos sólidos (manejo y disposición de basuras)	●	●	●	●	●	●	●	●
		Almacenamiento y distribución de combustibles (seguridad disposición y suministro)	●	●	●	●	●	●	●	●
		Electricidad y telecomunicaciones (conectividad internet)	●	●	●	●	●	●	●	●
	Económica	Industrial- pesquero	●	●	●	●	●	●	●	●
		Portuario	●	●	●	●	●	●	●	●
		Industrial – productivo y minero	●	●	●	●	●	●	●	●
		Comercio	●	●	●	●	●	●	●	●
		Servicios y Turismo	●	●	●	●	●	●	●	●
	Institucional	Gobernabilidad urbana regional	●	●	●	●	●	●	●	●
		Instituciones preparadas frente a una amenaza	●	●	●	●	●	●	●	●
Planificación de la gestión del riesgo		●	●	●	●	●	●	●	●	

Fuente: Sistematización de los resultados de las matrices resultantes de las 7 mesas de trabajo del Taller 2.

3.3 PRESENTACIÓN AVANCE ESTUDIO CORECIVYT

El lunes 16 de abril a partir de las 9:00 hrs. se realiza la “Presentación de avance del estudio a CORECIVYT”, reunión, la que estuvo presidida por el Sr. Intendente Regional de Tarapacá. Se adjunta en anexo digital el archivo de presentación.

3.4 SINTESIS DE RETOS DE VULNERABILIDAD PARA EL SISTEMA URBANO IQUIQUE – ALTO HOSPICIO

3.4.1 Análisis de riesgo de origen natural

La presente fase se aborda mediante un “análisis multicriterio” de las variables territoriales que se desprenden de las dimensiones de la vulnerabilidad aplicables al área de estudio Iquique – Alto Hospicio, y que integran las variables expuestas precedentemente para vulnerabilidad con las susceptibilidades de amenaza, en la síntesis del mapa de riesgos para el Área Metropolitana.

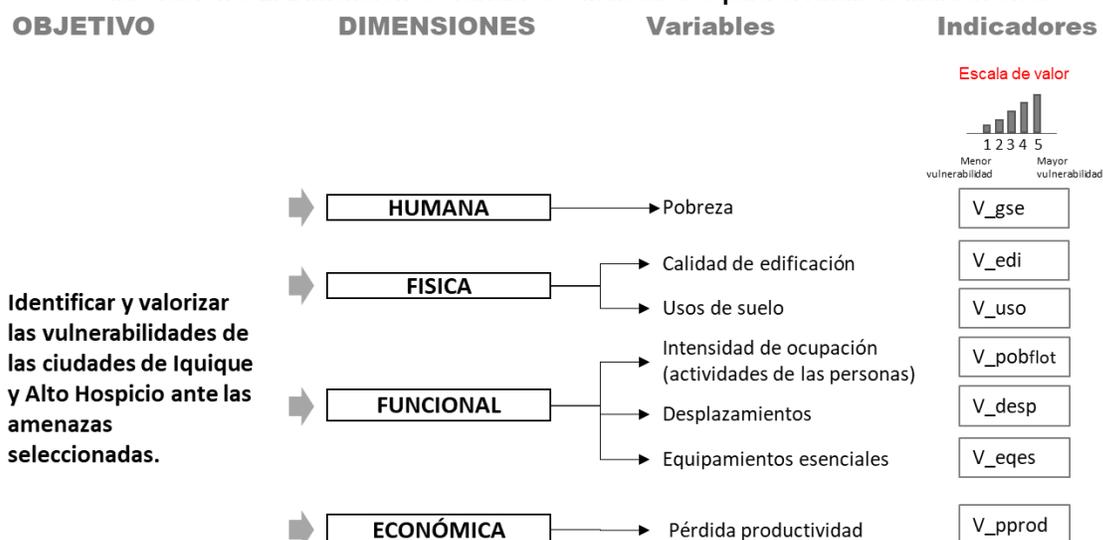
De esta forma, se obtiene la expresión territorial del riesgo según susceptibilidad, para a partir de dichos resultados identificar los retos de reducción de vulnerabilidad frente a los riesgos naturales.

A continuación, se indican la forma en que se identifican los riesgos, mediante un análisis multicriterio que permite integrar las dimensiones de la vulnerabilidad con los resultados de las amenazas estudiadas para el área de estudio.

Para las vulnerabilidades se identifican variables resultado del análisis de las causas señaladas en el punto precedente, que son representadas mediante diferentes coberturas planimétricas para cada una de las 4 dimensiones que pueden representarse espacialmente, estas son: Humana, Física, Funcional y Económica. La dimensión Institucional, no se representa espacialmente por la naturaleza misma de los temas que consulta, y se integra en las estrategias y medidas de gestión que se formulan como retos de vulnerabilidad en la siguiente fase del presente informe.

El esquema del procesamiento por dimensiones y variables del análisis de vulnerabilidad se muestra en la siguiente ilustración

Ilustración 3-2: Dimensiones- variables e indicadores para el Análisis Multicriterio.



Fuente. Elaboración propia.

Las variables que se indican corresponden para efectos de la aplicación del análisis multicriterio a las coberturas por criterio, las que permiten clasificar cada manzana en una escala de valor de 1 a 5, siendo 1 de menor vulnerabilidad, y 5 como la de mayor vulnerabilidad según cada unidad de medida.

Para realizar el procesamiento estadístico cartográfico se procedió a calcular los pesos asignados a cada una de ellas con el propósito de obtener la cobertura del riesgo, es decir dar respuesta a la pregunta de ¿cuál es la susceptibilidad actual de verse afectado o sufrir daños según la ocurrencia de amenaza, con las condiciones actuales del área urbana de Iquique y Alto Hospicio?.

Los ponderadores se obtienen a partir de los resultados del Taller 2, correspondiente al ejercicio de semaforización realizado para los temas de las diferentes dimensiones de la vulnerabilidad para cada amenaza. De esta forma se asigna un valor numérico de 1 a 3 directamente proporcional a la simbolización del color (Rojo o crítico = 3; Amarillo o insuficiente, presenta rezagos y requiere mejorar = 2 y Verde, estado adecuado y suficiente =1). A partir de los resultados de las 7 mesas de trabajo, se obtiene un ponderador para cada dimensión de la vulnerabilidad resultado de aplicar la función de la mediana de cada variable (valor más representativo). El resultado de ponderadores (o pesos) se obtienen para el análisis multicriterio de la estimación del riesgo, y se valida a partir del comportamiento de las dimensiones claramente diferenciado por cada amenaza, consistente en:

- Para sismo, las diferentes vulnerabilidades adquieren el mismo nivel de relevancia respecto a dicha amenaza, mientras se consideran condiciones de las personas según su condición socioeconómica, siendo los más afectados las familias pobres, también se consideran importantes las condiciones de las actividades económicas según destinos de inmuebles que albergan los usos comerciales, industriales, almacenamientos, servicios, y transporte entre otros. Por su parte, la dimensión funcional según el desplazamiento de las personas, y operatividad de los equipamientos críticos también contribuyen a controlar dicha vulnerabilidad ante esta amenaza. En consecuencia, se asume a las diferentes dimensiones con el mismo nivel de importancia respecto a los grados de vulnerabilidad del sistema urbano frente a esta amenaza de sismo.
- Mientras para tsunamis, se asigna mayor importancia a la dimensión económica dada el mayor grado de exposición del emplazamiento de recintos como el puerto y la ZOFRI, a diferencia del menor valor según peso de importancia a la dimensión humana, por la capacidad y aprendizaje en el comportamiento de las personas para una evacuación oportuna evitando daños en la integridad física de los habitantes. Mismo comportamiento tienen la jerarquía de las dimensiones para la amenaza de Marejada por la condición de vulnerabilidad de borde costero, con la diferencia de una mayor relevancia que los actores le asignan a la dimensión humana por el efecto de caletas pesqueras y las comunidades asociadas a ellas, en términos de emplazamiento como de fuente de subsistencia.
- Para aluviones, el mayor valor es asignado a la dimensión humana que se corresponde con el peak de mayores daños en afectación de la integridad física, según el registro histórico desde 1970 de personas afectadas por catástrofes que alcanzan a 197.000 (Desinventar, 2014). Ello en peso similar a la dimensión física correspondiente a la capacidad destructiva de un aluvión por la combinación de flujos que integra materiales sólidos con líquidos en sus deslizamientos. El menor peso de la dimensión económica es por la menor afectación a las actividades económicas dado el emplazamiento en área de menor susceptibilidad de este tipo de amenazas, en comparación a las viviendas. Los deslizamientos de tierra tienen un mismo comportamiento a la señalada para aluviones, con mayor jerarquía para la dimensión humana.
- Las amenazas correspondientes a peligros lentos tienen un comportamiento similar entre sí, esto es vientos extremos y variación de temperatura, con el mayor peso jerárquico del conjunto de amenazas para a la dimensión humana, por la especial sensibilidad a la salud y vida de las personas más vulnerables según grupo étnico y estratificación socioeconómica.
- Finalmente, la amenaza de hundimiento de suelo salino propia de la condición geológica del área de emplazamiento de Alto Hospicio tiene mayor peso de relevancia con la misma ponderación tanto la dimensión humana como física, en consideración a la afectación de daño a los habitantes como a sus viviendas. Le sigue en nivel de importancia la dimensión funcional toda vez que se percibe la

importancia de los sistemas de emergencia y atención de los organismos públicos, así como la garantía de redes vitales ante la ocurrencia de este tipo de eventos. Con esta misma racionalidad, de fundamentos, la dimensión económica es la que sustenta el menor peso atendiendo a la menor gravitación que tiene las actividades económicas de mayor jerarquía, en el contexto del sistema interurbano.

En síntesis, se valida la secuencia de pesos que jerarquizan las dimensiones al comprobar el mismo comportamiento de Tsunami con Marejada, así como Aluviones con deslizamientos de tierra, es decir el rango de importancia de las diferentes vulnerabilidades asignadas tanto a la localización en borde costero como en quebradas, en los casos de amenazas que está asociada a una unidad territorial de mayor susceptibilidad conocida por la naturaleza del peligro. Todo lo anterior según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-2: Resultados de los ponderadores de las dimensiones de la vulnerabilidad según amenazas priorizadas

DIMENSIONES VULNERABILIDAD	AMENAZA PRIORIZADA							
	Sismo	Tsunami IQUIQUE	Aluviones	Marejadas IQUIQUE	Deslizamientos de tierra	Vientos extremos ALTO HOSPICIO	Hundimiento suelo salino ALTO HOSPICIO	Variación de T°
Humana	0,26	0,18	0,31	0,24	0,36	0,41	0,32	0,42
Física	0,22	0,27	0,30	0,24	0,26	0,22	0,32	0,19
Funcional	0,26	0,25	0,23	0,18	0,22	0,22	0,23	0,21
Económica	0,25	0,30	0,16	0,34	0,16	0,16	0,12	0,19

A continuación, se señalan los resultados de riesgos, integrando las amenazas con las vulnerabilidades analizadas y expuestas en los puntos precedentes.

a) Riesgo por vulnerabilidad sísmica

Los riesgos por vulnerabilidad sísmica afectan en forma diferenciada las áreas urbanas de Iquique y de Alto Hospicio, encontrando las mayores afectaciones potenciales en Iquique; no obstante considerar en términos de resultados que el nivel muy alto alcanza solo al 1% del total de la superficie del área de estudio. En Alto Hospicio, los resultados de máximo riesgo (muy alto nivel 5) son puntuales asociado a asentamientos precarios de tomas de terreno, para las diferentes vulnerabilidades integradas a esta amenaza. La síntesis de resultado para el área metropolitana se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3-3: Resultados Riesgo Sísmico Área de Estudio

Riesgo	Há	%
1 Bajo	3085.153	22%
2 Medio Bajo	5907.604	42%
3 Medio	4161.72	30%
4 Medio Alto	706.045	5%
5 Alto	74.073	1%
Total general	13934.595	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir del resultado del análisis multicriterio.

Por su parte en el área metropolitana, conforme a las diferentes dimensiones de las vulnerabilidades analizadas, la mayor de ellas para esta amenaza lo representa la dimensión económica, dado que el mayor potencial de productividad en Iquique se ve afectado en un 2,2% según patrimonio en avalúo comercial de inmuebles con

destinos de actividades comerciales, industriales, bodegaje, servicios y transporte, por su localización en zonas de muy alta amenaza sísmica (suelo Tipo V según respuesta sísmica), lo que se incrementa con un 52% emplazado en zonas de alta amenaza sísmica (suelo Tipo IV según respuesta sísmica), lo que compromete un total de M\$6,432 de pesos de un total de M\$1,111,985. En Alto Hospicio esta misma cifra alcanza a un 22%, no registrándose predios con usos productivos emplazados en muy alta susceptibilidad sísmica, es decir suelos con la peor respuesta sísmica tipo V, sino solo IV. Cabe señalar que en Alto Hospicio, no se registran m2 de usos productivos asociados a dichos avalúos comerciales de propiedades con destinos de actividades económicas, toda vez que representarían sitios eriazos inscritos con dichos destinos según roles de propiedad, infiriendo que representaría una oportunidad para planificar el desarrollo de las futuras edificaciones en esos terrenos, en miras de adoptar las medidas correspondientes de mitigación referentes a tecnologías constructivas para dar respuesta a dicha amenaza, en consideración a este resultado de riesgo.

Como contrapartida, no se registran hogares pobres afectados por localizarse en zonas de muy alta susceptibilidad de amenaza sísmica, esto es viviendas localizadas de dichos hogares en suelo con la peor respuesta sísmica en ninguna de las dos áreas urbanas. Para la categoría siguiente de zonas de muy alta susceptibilidad sísmica (según localización de sus viviendas en suelos Tipo V), solo el 3% de los hogares pobres en Alto Hospicio se encuentran afectados en Iquique esta cifra alcanza el 11%, es decir 5.428 hogares de grupo socioeconómico bajo.

Finalmente, la vulnerabilidad sísmica afecta a un 41% de las superficies edificadas de destinos productivos en los niveles alto (valor 4) en Iquique, a diferencia de la afectación que genera en edificaciones de mala calidad que solo alcanza a 642 m2 en relación con el total de 8.370,411 m2 de edificaciones en toda el área urbana de Iquique. Todo lo anterior según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-4: Resultados de riesgo según vulnerabilidad sísmica

	Localidad	Iquique		Alto Hospicio		
		Riesgo	Sismo			
			4	5	4	5
Hogares pobres	3	12,130	1,244	817	-	
	5	5,428	-	639	-	
M2 uso Habitacional	3	1,319,374	244,146	83,458	-	
	5	496,578	-	70,083	-	
M2 usos productivos	4	26,414	9,561	-	-	
	5	2,319,607	282,694	-	-	
M2 construido calidad	4	80,377	642	-	-	
	5	34,075		56,691	-	
Avalúo usos productivos	4	4,253.17 M	2,179 M	-	-	
	5	579,833 M	24,307.04 M	16,324.56 M	-	

Fuente: Elaboración propia, como resultado del análisis multicriterio, superposición ponderada de dimensiones de la vulnerabilidad con la amenaza.

En síntesis, el mayor riesgo por vulnerabilidad sísmica lo representa la dimensión económica por potencial pérdida de productividad en el área urbana de Iquique.

b) Riesgo por vulnerabilidad ante tsunami

El resultado del riesgo tsunami arroja niveles de susceptibilidad estimables de media a alta según resultados de la amenaza en el 12% del área de estudio, siendo el nivel muy alto aplicable sólo al 1% , no obstante contabilizar casi 120 Há bajo el nivel máximo de riesgo, según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-5: Resultados Riesgo Tsunami Área de Estudio

Riesgo	Há	%
0 No aplica	5,913	42%
1 Bajo	5,080	36%
2 Medio bajo	1,254	9%
3 Medio	1,115	8%
4 Medio Alto	454	3%
5 Alto	119	1%
Total general	13,935	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir del resultado del análisis multicriterio.

El riesgo de vulnerabilidad por tsunami, es de carácter multidimensional, afectando en mayor medida a la mayor pérdida potencial de productividad por emplazamiento de edificaciones con mayores avalúos comerciales en las zonas de muy alta susceptibilidad de amenaza en el borde costero, equivalentes al 36.5% para el nivel muy alto extremo, y el 62% para el nivel alto, es decir el 98,6% del total de las actividades productivas evaluadas comercialmente sobre los M\$2,500, existente en el área urbana de Iquique, lo que representa al 62% de la superficie total destinada a actividades comerciales, industriales, almacenamiento - bodegaje, servicios y transporte (3,548,805 m2 de usos productivos en alto y muy alto riesgo, en relación al total de 5,703,764 m2). En términos de prioridad el nivel muy alto de riesgo (muy alta amenaza, con muy alta vulnerabilidad) afecta al 24,5% de las superficies de actividades productivas.

En el caso de las vulnerabilidades físicas, solo afecta al 0,1% por calidad de edificación en los niveles muy altos, y al 1,3% de la superficie destinada a vivienda. Considerando la dimensión humana, solo compromete este riesgo al 2% de hogares pobres en el nivel muy alto, equivalentes a 988 hogares. . Todo lo anterior según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-6: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Tsunami

Variables	Localidad	Iquique	
		Tsunami	
	Riesgo	4	5
Hogares pobres	3	9,217	3,277
	5	3,846	988
M2 uso Habitacional	3	851,099	110,851
	5	723,019	63,261
M2 usos productivos	4	42,809	15,477
	5	2,150,270	1,398,535
M2 construido calidad	4	58,973	
	5	12,441	4,310
Avalúo usos productivos	4	20,483 M	18,201 M
	5	690,460 M	405,750 M

Fuente: Elaboración propia, como resultado del análisis multicriterio, superposición ponderada de dimensiones de la vulnerabilidad con la amenaza.

En síntesis, el mayor riesgo por vulnerabilidad por tsunami, lo representa al igual que el sísmico, la dimensión económica por potencial pérdida de productividad en el área urbana de Iquique. En consecuencia, para plantear los desafíos futuros en materia de retos para reducción del riesgo y vulnerabilidades, se recomienda un enfoque multiamenaza en casos de sismo- tsunami.

c) Riesgo por vulnerabilidad ante aluviones

El riesgo aluvional en sus niveles máximos afecta a una mínima superficie de área del estudio, afectando solo a 21 Há, con las mayores oportunidades de abordar medidas tendientes reducir dichos riesgos atendiendo a su escala por magnitud. Ello esencialmente por ocupación de quebradas con muy alta susceptibilidad de amenaza aluvional. Ello según se puede visualizar en términos de resultados en la siguiente tabla:

Tabla 3-7: Resultados Riesgo Aluvional Área de Estudio

Riesgo	Há	%
1 Bajo	8,258	59%
2 Medio Bajo	2,690	19%
3 Medio	2,543	18%
4 Medio Alto	423	3%
5 Alto	21	0%
Total general	13,935	

Fuente: Elaboración propia, a partir del resultado del análisis multicriterio.

Los riesgos por vulnerabilidad de aluviones afectan en los niveles alto y medio alto a Hogares pobres y edificaciones con destino habitacional, correspondientes a un total de 3,158 familias (60 % en Iquique y 40% en Alto Hospicio.). En Iquique, corresponde a las poblaciones de la UV 1 Carol Urzua y Jorge Inostroza emplazadas en el área de mayor amenaza por flujos de la quebrada ZOFRI con 288 viviendas afectadas por el mayor riesgo, donde residen 978 personas aproximadamente; y hacia el sur afecta a la JV N° 6 sector Matilla en el área de mayor amenaza de la quebrada que conduce por Avda. Ramón Pérez Opazo, con 203 viviendas afectadas y 788 personas respectivamente. A ello se suma en la comuna de Iquique, el sector de Alto Playa Blanca en el área urbana de crecimiento sur, con proyectos habitacionales en ejecución. Mientras que en Alto Hospicio afecta a una menor parte de la Población el Boro (908 personas y 244 viviendas) y a una mayor cantidad de viviendas del sector Santa Rosa con los niveles alto de riesgo equivalentes a 1.040, y 3.656 personas.

Ello, se corresponde con un total de viviendas que afecta al 1% del parque habitacional construido con este destino en Iquique y el 4% correspondientemente en Alto Hospicio, es decir en Alto Hospicio es más significativo la afectación de este riesgo en contextos residenciales vulnerables para el nivel máximo, respecto a Iquique.

En el nivel medio alto de riesgo, la mayor afectación es a la potencial pérdida de productividad que en Iquique alcanza al 44% de todos los avalúos comerciales para dichos destinos de actividades productivas respecto a Alto Hospicio que equipara porcentualmente al riesgo de Iquique, sumando los dos niveles máximos de riesgo (muy alto y alto). Mismo caso que en el riesgo sísmico lo representa la sistematización de superficie m2 edificados con destinos productivos, por no registrarse en el caso de Alto Hospicio, infiriendo la oportunidad para planificar las futuras construcciones en dichas áreas que integren medidas mitigatorias, o en su defecto restringir la ocupación de dichos predios con la mayor afectación por este riesgo aluvional, advirtiendo las potenciales pérdidas estimadas.

Tabla 3-8: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Aluviones

	Localidad	Iquique	Alto Hospicio
	Riesgo	5	5
Hogares pobres	5	491	1.284
M2 Habitacional	5	150.849 m2	116.949 m2
M2 usos productivos	5	256.159 m2	7.988 m2
M2 construido calidad	5	7.900.645 m2	1.264.978 m2
Avalúo usos productivos	5	MM\$26.651,36	MM\$9.851,58

Fuente: Elaboración propia, como resultado del análisis multicriterio, superposición ponderada de dimensiones de la vulnerabilidad con la amenaza.

En síntesis, el mayor riesgo por vulnerabilidad aluvional, lo representa la dimensión física y económica por mayor afectación a superficie habitacional tanto en el área urbana de Iquique como Alto Hospicio y mayor afectación a usos productivos conforme a los mayores avalúos por potenciales pérdidas en Iquique que en Alto Hospicio.

d) Riesgo por vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra

Los riesgos por deslizamientos de tierra en los niveles de riesgo máximo muy alto, afecta solo a 3 Há en toda el área de estudio, siendo factible por su escala de magnitud abordar medidas para resolver totalmente dicho riesgo, considerando inclusive los niveles medio alto, que afectan a 621 Há, igual al 4% de toda el área de estudio. Ello según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-9: Resultados Riesgo Remoción en Masa Área de Estudio

Riesgo	Há	%
1 Bajo	3,467	25%
2 Medio Bajo	4,379	31%
3 Medio	5,464	39%
4 Medio Alto	621	4%
5 Alto	3	0%
Total general	13,935	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir del resultado del análisis multicriterio.

Los riesgos por vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra presenta mayores afectaciones en los niveles alto, tanto para la integridad de las personas correspondientes a hogares pobres (36% en Iquique, y 5% en Alto Hospicio), como para las edificaciones según superficies destinadas a vivienda (22,5% en Iquique y 4% en Alto Hospicio) y en forma más significativa a usos económicas productivas sólo en Iquique (40% en Iquique) ;con mayores niveles riesgos en consecuencia, desde un enfoque multidimensional en Iquique que en Alto Hospicio.

Se agrega a la dimensión física, la potencial pérdida de productividad en el análisis de este riesgo, según avalúos comerciales de los destinos de actividades asociadas a comercio, industria, bodegaje, servicios y transporte, que alcanza un 34% para el área urbana de Iquique. Todo lo anterior según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-10: Resultados de riesgo según vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra

	Localidad	Iquique		Alto Hospicio		
		Riesgo	Deslizamiento			
			4	5	4	5
Hogares pobres	3	17,548	595	698	-	
	5	17,563	320	1,188	-	
M2 uso Habitacional	3	1,465,334	143,820	58,128	-	
	5	913,552	153,948	136,215	-	
M2 usos productivos	4	9,561		-	-	
	5	2,016,057	282,694	-	-	
M2 construido calidad	4	57,089	-	-	-	
	5	38,048	-	41,150	-	
Avalúo usos productivos	4	2,179 M		-	-	
	5	383,075 M	24,307 M	-	-	

Fuente: Elaboración propia, como resultado del análisis multicriterio, superposición ponderada de dimensiones de la vulnerabilidad con la amenaza.

En síntesis, el mayor riesgo por vulnerabilidad ante deslizamientos de tierra, lo representa la dimensión económica por potencial pérdida de productividad en el área urbana de Iquique, correspondiente con la afectación a superficie de usos productivos, a lo que se suma la afectación a la integridad física de las personas de hogares pobres y superficies habitacionales tanto en Iquique como en Alto Hospicio.

e) Riesgo por vulnerabilidad ante Hundimiento de Suelo

Los riesgos por vulnerabilidad ante hundimiento de suelo salino, en su rango máximo afecta a 4,3% de la superficie del área urbana de Alto Hospicio, equivalentes a 256 Há, dada la condición máxima de vulnerabilidad. No obstante cabe mencionar que en los rangos medio alto, ya alcanza el 25% del toda el área urbana igual a 1485 há. Ello según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-11: Resultados Riesgo Hundimiento por Suelo Salino en Alto Hospicio.

Riesgo	Há	%
1 Bajo	2,135	36.1%
2 Medio Bajo	756	12.8%
3 Medio	1,282	21.7%
4 Medio Alto	1,485	25.1%
5 Alto	256	4.3%
Total general	5,914	100.0%

Fuente: Elaboración propia, a partir del resultado del análisis multicriterio.

Este riesgo por vulnerabilidad ante hundimiento de suelo salino representa el mayor riesgo desde las afectaciones a personas, edificaciones, y actividad productiva por considerarse la amenaza extendida a prácticamente la totalidad del área urbana y de crecimiento estimable en Alto Hospicio. El riesgo como medida de pérdidas en vidas humanas, materiales y bienes, es mayor dada las condiciones de vulnerabilidad socioeconómica de la comuna. Esto implica que casi la mitad de los hogares pobres (46.5% igual a 11,814 hogares) se encuentran afectados por este tipo de riesgos. Con el mismo máximo nivel de riesgo se encuentran el 53.6% de las propiedades con destino habitacional, correspondiente a 1,520,409 m2 de un total de 2,834,018 m2; no obstante respecto a la calidad de edificación el mayor riesgo afecta solo a 15% del total edificado. Lo anterior según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-12: Resultados de riesgo según vulnerabilidad por Hundimiento de Suelo

	Localidad	Alto Hospicio	
		Riesgo	Hundimiento
		4	5
Hogares pobres	3	15,204	11,814
	5	4,954	16,681
M2 uso Habitacional	3	1,460,582	1,520,409
	5	65,348	425,830
M2 usos productivos	4	-	-
	5	11,010	-
M2 construido calidad	4	7,157	858
	5	204,411	426,273
Avalúo usos productivos	4	5,871 M	-
	5	3,108 M	-

Fuente: Elaboración propia, como resultado del análisis multicriterio, superposición ponderada de dimensiones de la vulnerabilidad con la amenaza.

En síntesis, el mayor riesgo por vulnerabilidad ante hundimiento de suelo por salinidad, lo representa la afectación a la integridad física de las personas de hogares pobres y superficies habitacionales en Alto Hospicio.

f) Riesgo por vulnerabilidad ante vientos extremos

Los resultados de la estimación de los niveles de riesgo en el área urbana de Iquique – Alto Hospicio por vientos extremos indica que para los meses de septiembre el área afectada en los niveles máximos de riesgo alcanza solo el 0,05 % del área, esto es 7 Ha aprox., del sistema metropolitano; lo que aumenta a 0,3% de la superficie (44 Ha) en el mes de febrero. La sección más afectada en los niveles alto y medio alto y riesgo corresponde principalmente la parte sur de la ciudad de Iquique hasta el sector de Bajo Molle, en contraposición a Alto Hospicio que no registra áreas afectas al nivel máximo de riesgo por esta variable climática.

Es importante considerar que sobre el 50% de la superficie urbana no se encuentra expuesta o mayormente afectada por los niveles mayores de riesgo por vientos extremos, ello según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-13: Resultado de los niveles de Riesgo por Vientos extremos, según superficie afectada del área de estudio.

Nivel	febrero			septiembre		
	Sup Ha	%	Acumulado	Sup Ha	%	Acumulado
5 Alto	43.8	0.31%	0.31%	6.8	0.05%	0.05%
4 Medio alto	1,206.4	8.68%	8.99%	780.1	5.61%	5.66%
3 Medio	3,806.0	27.38%	36.38%	2,646.9	19.04%	24.71%
2 Medio bajo	6,310.4	45.40%	81.78%	6,775.8	48.75%	73.46%
1 Bajo	2,532.3	18.22%	100.00%	3,689.3	26.54%	100.00%
Total general	13899	100.00%		13899	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

g) Riesgo por vulnerabilidad ante aumento de temperatura

Los riesgos por aumento de temperatura son un poco mayores a los de vientos extremos, toda vez que los niveles de mayor riesgo alcanza en el mes de febrero un 2,5 % de la superficie del área de estudio, esto es cerca de 400 Ha, las que incluyen los barrios de la periferia interior, parte baja de quebradas y borde cerro de Iquique, correspondientes a entornos residenciales y barrios más vulnerables desde el punto de vista socioeconómico y físico según calidad de las edificaciones, en el entendido de contar con una envolvente mejor para sobre llevar olas de calor futuro. En Alto Hospicio en los niveles de máximo riesgo por esta variable climática resulta afecto un sector residencial de cerca de 835 viviendas que resulta con la mayor vulnerabilidad por pobreza y vulnerabilidad física.

Es importante considerar que sobre el 60% de la superficie urbana no se encuentra expuesta o mayormente afectada por los niveles mayores de riesgo por aumento de temperaturas en mes de febrero, ello según se puede visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 3-14: Resultado de los niveles de Riesgo por Aumento de Temperatura, según superficie afectada del área de estudio.

Nivel	febrero			Julio		
	Sup Ha	%	Acumulado	Sup Ha	%	Acumulado
5 Alto	339.0	2.44%	2.44%	189.4	1.36%	1.36%
4 Medio alto	1,107.1	7.97%	10.40%	996.2	7.17%	8.53%
3 Medio	3,228.1	23.23%	33.63%	2626.1	18.89%	27.42%
2 Medio bajo	7,385.5	53.14%	86.77%	4411.6	31.74%	59.16%
1 Bajo	1,839.2	13.23%	100.00%	5675.6	40.83%	100.00%
Total general	13898.7	100.0%		13898.848	100.0%	

Fuente: Elaboración propia.

h) Síntesis del Riesgo por Vulnerabilidades

En síntesis, se realiza una comparación de las áreas de riesgos resultantes del cruce entre amenazas y las diferentes vulnerabilidades según dimensiones para cada una de ellas; cuyos resultados se muestran en forma diferenciada para Iquique, y para Alto Hospicio. De esta forma, mientras para Iquique, lo más significativo es riesgo asociado a peligro de aparición lenta por aumento de T°, seguido de Tsunami y sismo como aparición rápida, en Alto Hospicio el mayor riesgo significativamente lo representa el suelo salino, según se puede apreciar en la siguiente gráfica comparada.

Gráfico 3-1: Resultados superficie de Riesgos para Iquique - Alto Hospicio



Tabla 3-15: Resultados de Superficies de Riesgo Iquique

	Nivel de Riesgo	Sismo	Aluvión	Deslizamiento	Tsunami	T°feb	T° julio	WS Feb	WS sept
	bajo	1,857	5,590	1,595	5,080	81	3,580	1,809	1,095
	medio bajo	3,290	1,389	1,875	1,254	4,301	1,581	2,810	3,854
	medio	2,252	919	4,000	1,115	2,434	1,802	2,548	2,253
	medio alto	550	113	544	454	838	832	800	775
	alto	71	7	3	119	330	189	19	7
	Total general	8,019	8,017	8,017	8,022	7,984	7,984	7,984	7,984

Tabla 3-16: Resultados de Superficie de Riesgos Alto Hospicio

	Nivel de Riesgo	Sismo	Aluvión	Deslizamiento	Suelo Salino	T°feb	T° julio	WS feb	WS sept
	bajo	1,226	2,664	1,884	2,135	1,758	2,096	723	2,594
	medio bajo	2,618	1,301	2,488	756	3,084	2,831	3,501	2,922
	medio	1,910	1,624	1,464	1,282	794	824	1,258	394
	medio alto	156	310	77	1,485	269	164	407	5
	alto	3	15		256	9		25	
	Total general	5,914	5,914	5,914	5,914	5,914	5,914	5,914	5,914

Fuente: Elaboración propia, resultado del análisis multicriterio, superposición de amenazas y vulnerabilidades.

3.4.2 Priorización de retos

La priorización de los retos es el resultado del procesamiento estadístico cartográfico para la obtención de riesgos, por lo cual para las valoraciones muy alta amenaza con muy alta vulnerabilidades integradas, se formulan retos para la gestión pública – privada en materia de reducción de vulnerabilidades y con ello de riesgos identificados.

En consecuencia, la priorización resulta de la escala de valoración tanto de los índices de vulnerabilidad como de las amenazas, con una superposición resultante de mayor valor. Conforme a lo expuesto los retos se formulan para reducir las siguientes vulnerabilidades para las amenazas respectivas, en términos generales según lo concluido en el análisis precedente:

Tabla 3-17: Mayores niveles de riesgo para la priorización de retos de reducción de vulnerabilidad

Riesgo	Vulnerabilidades
Sismo y Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión económica por potencial pérdida de productividad en el área urbana de Iquique.
Aluviones	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión humana por mayor afectación a hogares pobres - Dimensión física por superficie habitacional tanto en el área urbana de Iquique como Alto Hospicio - Dimensión económica por superficie y avalúo comercial a edificaciones de usos productivos especialmente en Iquique.
Deslizamientos de tierra.	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión económica por potencial pérdida de productividad en el área urbana de Iquique, correspondiente con la afectación a superficie de usos productivos, - Dimensión humana por afectación a la integridad física de las personas de hogares pobres y superficies habitacionales tanto en Iquique como en Alto Hospicio.
Hundimiento de Suelo salino	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión humana y física, por afectación a la integridad física de las personas de hogares pobres y superficies habitacionales en Alto Hospicio.
Vientos extremos	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión humana y física, grupos más vulnerables por estratificación socioeconómica y en periferia de borde interior de Iquique. - Afectación al desarrollo urbano del sector sur bajo molle.
Aumentos de Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensión humana, grupos más vulnerables por estratificación socioeconómica y etárea.

Fuente: Elaboración propia.

4 FASE 4: IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

4.1 ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD

Para la formulación de las estrategias de reducción de vulnerabilidad, se da respuesta a la pregunta ¿Cómo reducir durablemente los daños producidos por las amenazas seleccionadas en las ciudades de Iquique- Alto Hospicio?, para los resultados del análisis de riesgos obtenidos.

Las estrategias de reducción se formulan para los mayores riesgos, sobre la base de la identificación de las vulnerabilidades de este sistema urbano que se relaciona con los efectos adversos de las amenazas seleccionadas y priorizadas, triangulando Amenaza, Vulnerabilidad y daño producido en todas las dimensiones del sistema urbano Iquique- Alto Hospicio.

Se obtiene del presente diagnóstico para riesgos y vulnerabilidad una visión integrada y sistematizada de los efectos de las amenazas sobre todas las dimensiones del sistema urbano (humana, funcional infraestructura, económico). Se plantea a continuación las propuestas de estrategias de reducción de vulnerabilidad para aumentar la resiliencia del área metropolitana, y disminuir considerablemente los riesgos, mejorando las condiciones del sistema urbano para minimizar los daños a futuro, los que se sintetizan en 5 retos integrando las vulnerabilidades que generan mayores niveles de riesgos conforme a las áreas más expuestas a peligros.

Para cada uno de los retos se formulan estrategias y medidas para reducir las vulnerabilidades ante los riesgos analizados.

4.1.1 Reto 1: Reducción de la pobreza y medidas de integración social urbana.

Estrategias

- Incentivar iniciativas de integración social urbana, que reduzcan progresivamente la segregación socio espacial del sistema urbano Iquique – Alto Hospicio, que propicie un mayor desarrollo económico local de las comunidades residentes, fortaleciendo su capacidad económica e incrementando su capital social y con ello su resiliencia ante una futura catástrofe. Toda iniciativa pública – privada orientada a la reducción de la pobreza urbana, colabora en la estrategia de reducción de la vulnerabilidad de la población ante amenazas o peligros naturales. Esta estrategia se asocia a los resultados de mayores riesgos (nivel alto) de remoción en masa y aluvional con mayor susceptibilidad de peligro en el borde interior de la ciudad de Iquique, caracterizado según la diferenciación del asentamiento de las familias según estratificación socioeconómico, a los márgenes de mayor concentración de pobreza urbana.

Medidas

- Generación de proyectos de integración social y territorial, conforme al programa MINVU DS N° 19, correspondientes a incentivar en la oferta inmobiliaria orientada a sectores medios, la consideración de una cuota de viviendas para familias vulnerables. Proyectos inmobiliarios que se localicen en sectores centrales de la ciudad, con buena oferta de servicios y equipamiento públicos cercanos, a fin de que cumplan los criterios del programa aludido cuales son de calidad, con diversidad tipológica y de diseño de viviendas; localización, sectores provistos con buen estándar de infraestructura urbana, integración social generando oferta de vivienda que considere familias de diferentes rangos de ingresos o grupos socioeconómicos, y focalización territorial privilegiando áreas metropolitanas, y ciudades con mayor déficit habitacional en función de la demanda, cual es el caso de Iquique- Alto Hospicio, en el tramo 2 de selección de las 32 comunas correspondientes a las capitales regionales, y provinciales con más de 150.000 habitantes. Se contempla como medida programática un Plan de Integración social para acompañar a las familias residentes.
- Reducción de hogares pobres expuestos a zonas de riesgos naturales, según las mayores vulnerabilidades según condición socioeconómica y física según calidad de las viviendas. Se deben

considerar las medidas de relocalización de hogares en zonas de riesgos no mitigables por los mayores niveles de susceptibilidad de amenazas, en consideración a los costos de reasentamiento o realojos de familias vulnerables en sitios seguros.

- Relocalización de hogares en zonas de riesgos no mitigables por los mayores niveles de susceptibilidad de amenazas, en consideración a los costos de reasentamiento o realojos de familias vulnerables en sitios seguros. Ello, en el contexto de la gestión de suelos según la disponibilidad de terrenos, en el marco de la modificación DL N° 1939 de 1977 del Ministerio de Tierras y Colonización que establece normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado, sobre la obligación de mantener un sistema de información de los bienes del Estado. Dichos bienes podrán ser sujetos a gestión inmobiliaria por parte del SERVIU y/o municipalidades tanto para generación de oferta subsidiada si concurren los requisitos de los programas habitacionales regulares del MINVU (DS 49 subsidios para familias de sectores vulnerables), como para arrendamiento público, en el caso que se opte generación de oferta de vivienda colectiva en arriendo de interés social, con alternativas de que las propias familias opten a subsidios de apoyo al arrendamiento.

4.1.2 Reto 2: Planificación del uso del suelo orientando las estrategias de crecimiento urbano en concordancia con la gestión de riesgos de desastres naturales.

Estrategias

- Limitar la ocupación del suelo de zonas con mala respuesta sísmica para tipos de usos de suelo de equipamientos críticos o esenciales, actividades productivas o instalaciones de infraestructura con alto potencial de daño, e infraestructura sanitaria de disponibilidad vital en todo momento de una catástrofe, así como el uso residencial de conjuntos de viviendas económicas o financiadas con subsidios del Estado, que es el caso del área de extensión urbana de Iquique. Esta estrategia se puede llevar a cabo mediante el diseño de instrumentos de planificación del nivel intercomunal cual es el Plan Regulador Metropolitano para el área de Iquique – Alto Hospicio y las normas urbanísticas aplicables a la definición de zonas de extensión urbana; así como iniciativas de gestión urbana integrales y los planes de inversión de infraestructura asociado.

En particular las modificaciones de la Ley 21074 de fortalecimiento de la regionalización del país, introduce modificaciones en la ley 19.175 Orgánica constitucional sobre gobiernos y administración regional, sobre instrumentos que permita planificar las áreas metropolitanas que se decreten toda vez que constituyan sistemas urbanos intercomunales (2 o mas comunas) de un tamaño mínimo de 250 habitantes en su conjunto. A la facultad de decidir planificar el área metropolitana, se suma la facultad de elaborar planes intercomunales de inversiones en infraestructura y movilidad y espacio público, planes maestros de transporte urbano metropolitano e iniciativas de gestión en materia de tránsito y recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos.

- Incorporar a la planificación desde una perspectiva integral la gestión de riesgos de desastres naturales, esto agregar a la fase de gestión de emergencia que es post catástrofe, lo correspondiente a la prevención – planificación, previo a la ocurrencia de la catástrofe. Esto fortalecer la institucionalidad regional en materias de planificación y preparación.

Medidas para reducir las vulnerabilidades conforme al reconocimiento y delimitación de áreas de riesgo.

- Restricciones de usos del suelo y edificaciones en áreas de muy alta o alta susceptibilidad de amenazas de origen natural, atendiendo a la regulación mediante la delimitación de áreas de riesgos con el propósito de proteger a la población, y reducción de daño permanente, cuyo uso de suelo permitidos una vez cumplidas las disposiciones de mitigación (Art 2.1.17 de la OGUC) sean de tipo no permanentes (esparcimiento, deporte, área verde) con mínimo margen de constructibilidad y ocupación por edificaciones.

- En particular corresponde al peligro aluvional en quebradas tanto de Iquique como de Alto Hospicio.
- Asimismo, se plantea como medida estudiar la aptitud para el desarrollo urbano, según las posibles intensidades de ocupación del suelo y la habitabilidad de zonas de crecimiento, que integran las áreas de extensión urbana en Alto Hospicio. Caso del crecimiento extensivo sur de quebrada Pampa El Molle, corresponde a una de las cuencas de mayor caudal asociado a peligros aluvionales o flujos por quebradas. Se plantea por parte de estudios de riesgo aluvional estudiar la aptitud de intensidad de ocupación, así como de urbanización futura dado que limita la red de mayor drenaje de la cuenca aportante de la quebrada, por lo que un proceso de urbanización pudiera implicar intervenirla ocupando zonas amenazas o con potencial peligro de origen natural.
- Ejecución de obras de ingeniería que permitan mitigar los eventos de amenazas naturales, atendiendo a diseños de proyectos específicos en cada caso: control aluvional en quebradas para contención de flujos; obras de protección costera frente a marejadas, obras de fundación para emplazamiento de edificaciones en suelo salino.
- Despeje de las áreas con susceptibilidad de amenazas de elementos o construcciones informales removibles que pudiesen incrementar los daños ante la ocurrencia de un evento de magnitud. Esto es retiro de infraestructura y elementos constructivos, o estructurales informales que ocupa o interrumpe los cauces y que pueden incrementar los daños al momento de ocurrencia de una amenaza de tipo aluvional.
- Formular un plan de adaptación del cambio climático del sistema metropolitano Iquique- Alto Hospicio con el objetivo de reducción la vulnerabilidad por aumento de temperatura y vientos extremos, con énfasis en el mejoramiento y habilitación de la infraestructura y equipamiento en el sector sur de Iquique y borde costero.
- Formulación de sistemas eficaces de alerta temprana, y medidas de planificación ante la gestión de riesgos de desastres.
- Desarrollo de un plan de gestión de riesgos de desastres en la planificación del desarrollo urbano del área metropolitana de Iquique – Alto Hospicio, que incremente la capacidad de adaptación de ambas ciudades al cambio climático y eventos extremos naturales. Una medida concreta es la asignación de presupuesto público de decisión regional, para la gestión de riesgos de desastres naturales. Se contempla desde el enfoque de planificación integrada contenida en la Política Nacional de Desarrollo Urbano, el diálogo de los planes de gestión con los instrumentos de planificación urbana de carácter normativo del nivel comunal, y los del nivel metropolitano conforme a la potestad planificadora asignada al GORE.

4.1.3 Reto 3: Mejorar la conectividad Iquique – Alto Hospicio, con alternativas de la ruta A-16.

Estrategias

- Desarrollar alternativas de conectividad urbana mediante diseño de infraestructura vial que configure una trama urbana conexas, continua y jerarquizada, ofreciendo operatividad de accesos de los diferentes sectores urbanos al momento de una catástrofe. Ello en forma complementaria e integrada a un sistema de gestión de transporte intermodal para el desplazamiento seguro de la población.
- Implementación de sistemas de movilidad sostenibles con infraestructura de transporte público interurbano, con vías o sistemas exclusivos de transporte públicos como transporte de carga. Implementar sistemas de transporte que reduzca sosteniblemente la congestión, incrementando la velocidad promedio de viaje en las vías públicas principal, y ruta de interconexión Iquique. Alto Hospicio en horas punta.
- Incentivar con iniciativas públicas la electro movilidad del sistema de transporte público interurbano, atendiendo las tendencias mundiales y directrices del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones en esta materia, lo que exige la provisión / reconversión de vehículos eléctricos junto con la instalación

de las estaciones de carga. Particular interés es el potencial de generación de energía de tipo eléctrica sobre la base de recursos renovables como la fuente solar que posee la región, el que varía entre 364.485 MW a 774.425 MW de potencia ajustada según tecnología (CSP Concentración solar de potencia, a Fotovoltaica 1 eje o fija), según PER Tarapacá de la Ministerio de Energía, 2017⁸⁷.

- Impulsar estrategias de movilidad integrada con cambio de paradigma desde “poseer” vehículos a “usarlos” considerando al vehículo como servicio. Esto implica una oferta de movilidad diversa incluyendo entre otros nuevos modos de transporte como tren de superficie, teleférico y modos no motorizados como bicicletas; una segmentación de la demanda, según las preferencias de movilidad del ciudadano, no motorizada o motorizada, uni- modal o multimodal, y una administración pública regional (SEREMI MTT), metropolitana (futuro gobernador) y local municipios que jugaran un papel clave en la coordinación de los operadores, en la planificación urbana y de movilidad, en la regulación de los estacionamientos, y en la promoción de vehículos no motorizados. Las implicancias de un nuevo modelo de movilidad integrada para la futura Área Metropolitana exigirían una cooperación entre el nivel técnico y político para su arranque e instalación.

Medidas

- Alternativas de trazado de la red de infraestructura urbana en situación de riesgo según mayor exposición a peligros naturales conforme a la susceptibilidad a amenazas, para garantizar el servicio de conectividad y/o suministro permanente y en momentos de emergencia.
- Implementar un sistema de planificación y administración de transporte interurbano asequible, y seguro, incluyendo la electro movilidad prioritaria en el sistema de transporte público, con mayor impulso desde el 2017 y posicionamiento global como alternativa de mayor sustentabilidad, eficiencia energética, mitigación de emisiones de efectos invernadero y consecuente aporte al cambio climático. Ello implicaría incorporar en forma progresiva hacia el 2020 un número de buses eléctricos a la flota de los operadores de las micros del sistema actual, con mayor impacto en el sistema de transporte de taxi colectivo por el servicio a puerta, mediante autos eléctricos en miras del crecimiento anual de ventas y la tendencia de reducción de costos que en el año 2025 sería un 26%⁸⁸ más económico que los autos de combustión interna; sumando los ahorros operacionales por mayor nivel de actividad (km recorrido diario). Complementa lo anterior, medidas que se han adoptado a la fecha y que viabilizaría este tipo de iniciativas son: la creación de la Agrupación de Movilidad Eléctrica en Chile el 13.12.2017, la Estrategia Nacional de Electromovilidad elaborada en forma conjunta entre MMA, MEN, y MTT, y el compromiso público de la Asociación Generadoras de Chile para aportar a políticas públicas para la transición energética hacia un Chile más eléctrico, donde la electro movilidad es una parte esencial⁸⁹.
- Impulsar una primera línea de transporte público eléctrico con mayor capacidad de persona/ vehículo transportada en la ruta A-16 interconexión Iquique – Alto Hospicio, con impacto en la reducción del transporte de vehículo particular por modo trabajo diario y a menor costo de viaje comparativo del modo de transporte público versus el particular. Medida que ayudaría a reducir la congestión actual de la ruta, con la oportunidad de implementar modo buses eléctricos, tranvías, teleférico, metro superficie y/o ferrocarril.
- Implementar sistemas de taxis colectivos eléctricos para la conectividad urbana considerando el proceso de crecimiento y reciente urbanización en sector Playa Blanca y sector Los Verdes en Iquique y sector Pampa Molle en Alto Hospicio, considerando que al año 2017 un taxi eléctrico alcanza la misma rentabilidad en comparación con un auto de combustible, según distancia tiempo de recorrido

⁸⁷ Plan Energético Regional TARAPACÁ. Diagnóstico y Alternativas. Ministerio de Energía, 2017. Estudio “Plan Energético Regional (PER) - Propuestas de Construcción de una Planificación Energético- territorial para la Región de Tarapacá fuente: <http://energiaabierta.cl/estudios>

⁸⁸ “Estudio Escenarios de Usos Futuros de la Electricidad” Capítulos Transporte y Residencial, Asociación de Generadoras de Chile Energy to Business SPA 2017. Pág 50.

⁸⁹ Estrategias de Electromovilidad en Chile, 23 de agosto de 2017. www.generadoras.cl “2017 el año de despegue de la electromovilidad”.

con las áreas de centralidad de servicios, previendo la demanda de viaje de las familias residentes en dichos sectores suburbanos. En este caso el ahorro por costo de combustible y mantención habría que evaluarlo al menor costo de adquisición de un vehículo convencional por zona franca Iquique.

- Gestión pública del sector transporte para explorar la implementación de experiencia pilotos de introducción de vehículos eléctricos ligeros de modelos bicicletas, scooters, triciclos y cuatriciclos eléctricos, para promover un cambio de mentalidad en los habitantes transformando la movilidad, contribuyendo ahorro en el consumo de combustible, siendo la región dependiente de su suministro. La electro movilidad de vehículos ligeros, contempla incentivos de apoyo de parte de la administración pública, frente a la fácil adquisición de vehículos convencionales de bajo costo por las franquicias tributarias y de precio de la zona. Medidas complementarias es la implementación de herramientas TIC's a través de Apps con soporte de telefonía celular para la gestión de reserva de puntos de carga, monitorización de flotas, gestión de espacios de estacionamientos, entre otras; todo con el objetivo de disminuir la flota circulante de vehículos privados.
- Mejoramiento de la infraestructura pública para la circulación peatonal, incrementando la oferta de espacios públicos continuos, jerarquizados y habilitados (sombreaderos) para promover el modo caminata en el sistema urbano, en especial en sus secciones transversales de conectividad, con ventajas según escalas de distancias de proximidad entre el borde interior y litoral de la ciudad de Iquique, según su emplazamiento en la planicie costera.

4.1.4 Reto 4: Mejoramiento de las instalaciones - redes de infraestructuras y servicios sanitarios básicos

Estrategias

- Eficiencia en el servicio de suministro de agua potable y alcantarillado por la empresa sanitaria Aguas Altiplano, que implique reducción de pérdidas de la red en su conjunto, mitigación de riesgos producto de los problemas de filtraciones o roturas, garantizando la continuidad del servicio de agua potable a la población. Para ello se plantea cumplir con estándares de reducción del % de pérdida de agua de la matriz del sistema de distribución, y un balance hídrico positivo considerando la oferta de agua disponible según número de conexiones, factibilidad y dotaciones actuales, considerando periodos de escasez hídrica dado el origen de captación de aguas subterráneas desde la pampa del Tamarugal y la demanda de agua, según usos previstos y crecimiento urbano.
- Mejoramiento de la red de infraestructura urbana para garantizar el suministro de agua potable, alcantarillado, servicios de telecomunicaciones y electricidad. Ello implica el mayor porcentaje de hogares con conexiones domiciliarias a la red de agua, garantizando materialidad y sistemas constructivos adecuados para el emplazamiento de suelo salino en Alto Hospicio, y progresiva reducción de pérdidas por tratamiento y reparaciones de la filtración de matrices y conexiones. A ello se suma la eficiencia en el uso de agua por parte de los habitantes, según consumo anual per cápita, considerando el contexto de zona de escasez hídrica a fin de lograr estándares entre 120 a 200 lts/persona/ días anual, según valores de referencia del BID.
- Mejoramiento de la infraestructura de disposición de residuos sólidos mediante la habilitación de un sistema de relleno sanitario, controlando y eliminando basurales y desechos en quebradas, que incrementen los riesgos según amenazas aluvional.

Medidas

- Una medida de corto plazo para el área urbana consolidada es control de las pérdidas de agua de la red de agua potable y alcantarillado, adoptando las medidas por parte de la empresa sanitaria de supervisión y mantención, para evitar las roturas que genere las infiltraciones que desencadenen en eventos de socavones por suelo salino colapsable en el área urbana de Alto Hospicio, según la condición geológica de las Gravas en la cual se encuentra emplazada la comuna, según lo expuesto en los puntos precedentes.

- En forma complementaria dar término a las reparaciones de las viviendas con daño producto de socavones que se han registrado a la fecha, recuperando la habitabilidad de los inmuebles, totalizando cerca de 2.400 viviendas.
- Una medida de corto plazo para las futuras urbanizaciones en el marco de la gestión urbana habitacional del desarrollo de nuevos proyectos es la exigencia del uso de materialidad de la red, la que se costearía con el aumento del subsidio habitacional de 600 UF, cuyo monto considera un adicional de 100 UF para el sobre costo de las especificaciones técnica en materialidad y obras de ejecución adicionales por emplazamiento en suelo salino.
- Una medida de mediano y largo plazo es en relación con el área urbana consolidada es la reposición de la red sanitaria por una materialidad que garantice la estanqueidad de la red, reduciendo la vulnerabilidad al controlar al máximo las filtraciones tanto de agua potable como de aguas servidas. Ello, estableciendo una estrategia de ejecución por etapas, mediante la gestión de aportes reembolsables de la empresa concesionaria, previendo la priorización de fondos públicos para ello a través del SERVIU Tarapacá, y en una secuencia temporal y espacial de cobertura del territorio operacional, conforme a la recurrencia y mayor concentración de eventos de socavones en los últimos años, en razón a los registros que dispone la Unidad de Emergencias de la Municipalidad de Alto Hospicio, y lo propio en términos de reparaciones de la empresa sanitaria.
- Esta medida de reposición de la red de agua potable y alcantarillado de Alto Hospicio aparece estimada en un costo de M\$125.000.000, en un horizonte temporal de 25 años, concurriendo acciones tanto de SERVIU, como de la misma concesionaria.

Finalmente, las medidas para reparaciones de viviendas dañadas, así como de las nuevas viviendas por construir considera, financiar ejecución de:

- Materialidad y sistemas de uniones en cañerías mediante técnica de termofusión, que garantice hermeticidad de la red sanitaria, evitando las filtraciones.
- Fundaciones de viviendas unifamiliares reforzadas para el asentamiento de un suelo colapsable por salinidad.
- Zócalos en viviendas de media y altura, para mantener supervisión de las instalaciones sanitarias, en acciones de mantención, y reparación, anticipándose a la ocurrencia de filtraciones de la red y sus conexiones, que desencadene el colapso de suelo salino, y con ello la ocurrencia de socavones.

4.1.5 Reto 5: Prevención y adecuación de sitios con mayor exposición a amenazas de borde costero, y generación de centros de equipamiento críticos en zonas seguras.

Estrategias

- Aumentar progresivamente la competitividad de la economía urbana, sustentada en el sistema portuario- comercial- turístico e industrial, planificando las adecuaciones a instalaciones y sectores para mejorar la respuesta ante el riesgo, minimizando los eventuales daños ante la susceptibilidad de una amenaza.
- Gestión estratégica de la infraestructura de borde costero particularmente en las zonas de riesgo ante sismo- tsunami.

Medidas

- Combinar acciones en recinto ZOFRI de mitigación de riesgos mediante sistemas constructivos que minimice daños, y técnicas de almacenamiento de sustancias peligrosas en sitios seguros según alturas o estructuras para su disposición con baja vulnerabilidad ante la ocurrencia de peligros o amenazas particularmente de origen sísmico y tsunami.
- Planificar sitios complementarios de Puerto Seco en zonas seguras como en Alto Hospicio garantizando la conectividad de corredores productivos de transporte de cargas.