Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
HIDROTECNIA Consultores S.A.

SEINCO

HIDROTECNIA Consultores S.A.

Estudios de factibilidad y diseños preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Jacó de Garabito

Licitación Abreviada 2007LA-000033-PRI



Informe Final de Diagnóstico

CEDO AyA
4067

Julio 2008

SEINCO

HIDROTECNIA
Consultores S.A.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
CENTRO DE DOCUMENTACION

Informe de Diagnóstico *Estudios de factibilidad y diseños preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Jacó de Garabito*

Licitación Abreviada 2007LA-000033-PRI

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
Centro de Documentación e Información
UEN Investigación y Desarrollo

AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS, ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI

Yo, Jorge Luis Zapata Arroyo

_____

_____

N° Cédula: 2-0564-875

_____

Dependencia: Gerencia General

_____

Autorizo como Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital y Catálogo en línea (OPAC) la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

E-mail: gerenciageneral@aya.go.cr **N° Teléfono**: 2242-5090

Firma: _____

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
CENTRO DE DOCUMENTACION

AyA
CENTRO DE DOCUMENTACION
22 FEB 2017
Nº INSC 0010387

F: 6772
CEDO AyA 4067

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS ★ CENTRO DE DOCUMENTACION

Informe de Diagnóstico Estudios de factibilidad y diseños preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Jacó de Garabito Licitación Abreviada 2007LA-000033-PRI *1*

1. Objetivo del estudio **6**

2. Estructura del informe **6**

***3.* Resumen de los capítulos** **7**

3.1 Capítulo A. Caracterización socioeconómica, situación del sistema de abastecimiento de agua potable actual e información sobre pozos existentes. 7
3.2 Capítulo B. Población y demanda de agua 8
3.3 Capítulo C. Análisis de caudales máximos y mínimos de las quebradas y ríos de la Ciudad de Jacó 11
3.4 Capítulo D. Calidad del agua 12
3.5 Capítulo E. Datos oceanográficos y batimétricos de la Bahía de Jacó 13
3.6 Capítulo F. Evaluación de la Normativa Existente para el proyecto 14

4. Conclusiones preliminares **15**

Capítulo A: Caracterización socioeconómica, situación del sistema de abastecimiento actual y pozos de producción de la zona *16*

1. Reseña histórica del Cantón Garabito **17**

2. Área de estudio **18**

3. Importancia del área del proyecto dentro de la economía **20**

4. Estructura socioeconómica **21**

5. Plan Regulador **23**

6. Ámbito físico **23**

6.1 Geología 23
6.2 Geomorfología 24
6.3 Altitudes 26
6.4 Hidrografía 26

7. Breve descripción general del acueducto **27**

8. Sistema de disposición actual de las aguas servidas **29**

9. Información de pozos en la zona de Jacó **30**

Capítulo B: Población y demanda de agua *32*

1. Introducción **33**

2. Estudio de población actual y futura **34**

2.1 Generalidades 34
2.2 Población histórica y actual 35
2.3 Proyecciones de población fija o residente 35
2.3.1 Población de diseño 36
2.4 Proyecciones de población flotante 42
2.4.1 Datos del Plan Regulador Urbano de la Ciudad de Jacó 42

2.4.2 Resumen de las proyecciones de la población flotante....46
2.5 Proyección de población total....47

3. Demanda actual....48
3.1 Cobertura del sistema y de medición....48
3.2 Demanda residencial....49
3.2.1 Dotación medida....49
3.2.2 Dotación residencial no medida....50
3.3 Demanda no residencial....50
3.4 Balance de agua, pérdidas físicas y otros usos indeterminados....52
3.4.1 Generalidades....52
3.4.2 Balance del agua producida y del consumo estimado....53
3.4.3 Pérdidas de agua y otros usos....54
3.5 Demanda y factores de demanda máxima....55
3.5.1 Factor de demanda máxima diaria....55
3.5.2 Factor de demanda de hora máxima....57

4. Proyección de la demanda de agua....57
4.1 Proyección de la demanda residencial....57
4.2 Demanda no residencial y de otros usos....58
4.3 Demanda población flotante....59
4.3.1 Población flotante y dotaciones....59
4.3.2 Demanda de agua población flotante....61
4.4 Demanda promedio sin pérdidas de agua....61
4.5 Demandas máximas....62
4.6 Resumen de la demanda de agua sin pérdidas....64
4.7 Proyecciones de la demanda alta y baja....65
4.8 Determinación de las pérdidas físicas del sistema de agua potable....65

Capítulo C: Análisis de caudales máximos y mínimos de las quebradas y ríos de la Ciudad de Jacó....68

1. Introducción....69

2. Áreas de interés....69

3. Análisis de caudales mínimos en las quebradas Bonita y Doña María, Río Copey y Río Naranjal....72
3.1 Quebrada Bonita....73
3.2 Quebrada Doña María....75
3.3 Río Copey....77
3.4 Río Naranjal....80

4. Análisis de caudales máximos en las quebradas Bonita y Doña María, Río Copey y Río Naranjal....82
4.1 Método racional....82
4.2 Análisis de caudales máximos con base en la Estación 26-01 El Rey....84
4.3 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno....86

5. Conclusiones....88

Capítulo D: Calidad del Agua....89

1. Introducción....90

2. Calidad del agua del sistema de abastecimiento 90
2.1 Calidad Bacteriológica 91
2.2 Calidad Físico Química 91

3. Manejo de las aguas residuales 92
3.1 Situación actual 92
3.2 Caracterización de las aguas residuales de Jacó 98

4. Conclusiones generales 99

Capítulo E: Estudios costeros y oceanográficos básicos de la Bahía de Jacó 100

1. Introducción 101

2. Batimetría y caracterización de costa 102

3. Mareas en Jacó 108

4. Modelación de Corrientes por Mareas en Playa Jacó 111
4.1 Modelo Computacional 111
4.2 CASO 1: Día 16 de abril ("Mareas Muerta") 114
4.3 CASO 2: Día 6 de mayo (Marea Viva) 119
4.4 Patrón de velocidades para cada uno de los puntos de control analizado en el modelo 122
CASO 1: Día 16 de abril (Marea Muerta) 122
CASO 2: Día 6 de mayo (Marea Viva) 125

5. Medición de Corrientes en el sitio 126

6. Modelación de Oleajes para Playa Jacó 128
6.1 Características del Oleaje en Aguas Profundas, para Jacó. 129
6.1.1 Oleaje Extremo 129
6.1.2 Oleaje Extremo Dirección Sur 129
6.1.3 Oleaje Extremo Dirección SSW 130
6.1.4 Oleaje Extremo Dirección SurOeste (SW) 130
6.1.5 Propagación de Oleajes a Jacó. 131
6.2 Modelación de Corrientes por Oleaje para Playa Jacó 132
6.3 Procesos de dinámica costera para Playa Jacó 133

7. Conclusiones 134

8. Recomendaciones 134

Capítulo F: Evaluación de la legislación para el proyecto 135

1. Introducción 136

2. Legislación relacionada con la conceptualización y diseño 136
2.1 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales - Nº 33601-MINAE-S 136
2.2 Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos 137
2.3 Reglamento a la Ley de Biodiversidad 137
2.4 Modificación de los trámites, requisitos y procedimientos TEP-2 Aprobación de Plantas de Tratamiento de aguas residuales para Urbanizaciones y Condominios y creación de los trámites TRPTAR 1 Recepción Plantas de Tratamiento y TREBAR 2 Recepción Estacioes de Bombeo. 138
2.5 Manual para la Clasificación de Tierras dedicadas a la Conservación de los Recursos Naturales dentro de la Zona Marítimo Terrestre en Costa Rica 138

2.6 Declara las aguas interiores, del mar territorial y de la Zona Económica Exclusiva Santuario para las Ballenas y Delfines - Nº 34327 140
2.7 Declara de interés nacional y de alta prioridad los proyectos de iniciativa pública o privada que promuevan procesos de desalinización del agua marina para su posterior aprovechamiento para el consumo humano, riego y demás usos del recurso hídrico 141
2.8 Reglamento para la aplicación de los procedimientos del artículo 38 de la Ley de Planificación Urbana (Ley N° 4240) en obras de Acueductos y Alcantarillados de A y A 141
2.9 Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales - Nº 33903-MINAE-S 141
2.10 Reglamento de aprobación y operación de plantas de tratamiento Nº 31545-S-MINAE 142
2.11 Visado de Planos - Nº27967-MP-MIVAH-S-MEIC 142
2.12 Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos Sanitarios de Funcionamiento - Nº 33240-S 142
2.13 Ley de Biodiversidad - Ley No. 7788 de 30 abril de 1998 143
2.14 Ley de Conservación de la Vida Silvestre - 7317 143
2.15 Ley General de Salud - No. 5395 143
2.16 Creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuacultura - 7384 144
2.17 Ley Orgánica del Ambiente - No. 7554 145
2.18 Aprobación del Acuerdo sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios - 8059 147
2.19 Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre - Ley No. 6043 149
2.20 Reglamento para la Adquisición de tierras 149
2.21 Ley de Aguas 276 150

3. Legislación relacionada con la construcción de las obras 150

1. Objetivo del estudio

Tal como se ha comprobado en el diagnóstico, cuyas conclusiones se presentan en este informe, en la actualidad en la Ciudad de Jacó no existe alcantarillado sanitario ni tampoco planta de tratamiento de aguas residuales, para las aguas servidas de origen doméstico y otra índole, de forma centralizada, y que según la información recabada y disponible, la gran mayoría de los usuarios del sistema de agua potable, dispone y trata sus aguas servidas, a través de tanques sépticos a nivel residencial y comercial y en algunos casos, muy esporádicos, en plantas de tratamiento de bajo caudal, especialmente los hoteles de mayor tamaño.

Dadas las condiciones socioeconómicas que se exponen adelante, la Ciudad de Jacó ha experimentado un crecimiento poblacional exorbitante, asociado principalmente al desarrollo de la infraestructura turística, que en muchos casos, ante la ausencia de un Plan Regulador, ha sido desordenado y sin ninguna planificación de uso de suelo, que considere todas las ventajas que posee la Ciudad para mantener este crecimiento sostenible y a la vez, considere la disponibilidad de servicios públicos como agua potable y saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, etc.

El hecho de que no exista alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de forma centralizada, provoca que un gran porcentaje de las aguas residuales se "dispongan" en los cursos de agua que cruzan la ciudad y desemboquen en la playa, prácticamente sin ningún tratamiento, con las consecuencias negativas que esto conlleva para la salud humana y el medio ambiente, y además para las actividades socioeconómicas que se desarrollan dentro de ella. Estos hechos, se cuantifican y se demuestran, por los resultados que se tienen de la calidad de las aguas de los ríos y de la playa, cuyas principales conclusiones se exponen con detalle en el Capítulo D.

Tomando en cuenta esta problemática del deterioro de la calidad del medio ambiente y por ende en la salud humana, se considera imprescindible, para garantizar el desarrollo humano sostenible de la Ciudad de Jacó, dada su importancia en el desarrollo turístico de la zona y como consecuencia del país, que la misma cuente con un sistema de saneamiento (alcantarillado sanitario y planta de tratamiento) por lo cual el AyA decidió contratar el presente estudio, a nivel de Plan Maestro.

2. Estructura del informe

Este documento consiste en el ***Borrador del Informe de Diagnóstico*** de los ***Estudios de factibilidad y diseños preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitarios de la Ciudad de Jacó de Garabito,*** el cual consta de varios capítulos y anexos, que contienen toda la recopilación y análisis de la información recolectada para los fines de este estudio, los levantamientos de campo que se han realizado hasta la fecha, especialmente los datos oceanográficos y batimétricos de la Bahía de Jacó,

así como las primeras conclusiones de las condiciones del recurso hídrico circundante de la ciudad de Jacó, tanto en calidad como cantidad de los cuerpos de agua.

De igual forma, se presentan las proyecciones de la población y de la demanda de agua para el sistema de la Ciudad de Jacó, caudales de demanda que serán los utilizados para determinar los diversos componentes del sistema de saneamiento, sea estaciones de bombeo, colectores principales, los sistemas de tratamiento así como la disposición final de las aguas tratadas. Finalmente el informe contiene, un análisis de las diferentes leyes y normativas que existen en el país, para realizar este tipo de proyectos en cuanto al impacto que tendrá sobre el ambiente del área del proyecto, y consecuentemente sobre los usuarios del sistema.

Los capítulos en que se ha dividido el informe son los siguientes:

Capítulo A: Caracterización socioeconómica y situación del sistema de abastecimiento de agua potable actual.

Capítulo B: Población y demanda de agua

Capítulo C: Análisis de caudales máximos y mínimos de las quebradas y ríos de la Ciudad de Jacó.

Capítulo D: Calidad del Agua.

Capítulo E: Datos oceanográficos y batimétricos de la bahía de Jacó.

Capítulo F: Evaluación de la Normativa Existente para el proyecto.

3. Resumen de los capítulos

3.1 Capítulo A. Caracterización socioeconómica, situación del sistema de abastecimiento de agua potable actual e información sobre pozos existentes.

Tal como se expone en el Capítulo A, las condiciones socioeconómicas de la ciudad de Jacó han variado sustancialmente debido al crecimiento vertiginoso del turismo, aunado a la construcción de grandes y costosos desarrollos urbanos (hoteles, condominios, villas, etc.) y comercio. Sin embargo, este gran desarrollo ha estado de la mano de un aumento en la inseguridad ciudadana, la prostitución, ya sea de menores de edad o extranjeras. Las autoridades estatales han empezado a tomar medidas para controlar este desarrollo, mayormente desordenado, por lo cual la Municipalidad tiene en trámite de aprobación el Plan Regulador y el AyA está por adjudicar una licitación para desarrollar el plan maestro del agua potable, que comprende la zona desde Jacó a Parrita.

El acueducto de Jacó cuenta con un campo de pozos y recientemente se terminó de instalar una planta potabilizadora tipo "paquete", la cual sustituirá a la planta antigua.

La planta nueva tiene una capacidad de 60 l/seg y podrá operar las 24 horas del día ya que cuenta con energía propia.

El campo de pozos se compone de tres unidades con una producción total de 84 l/seg en verano y de 103 l/seg en invierno. Esta producción se "inyecta" directamente a la red, prácticamente desde la salida de la planta, dada la falta de almacenamiento.

En relación a la cuantificación de los pozos existentes en la zona, SENARA cuenta con información sobre los mismos, para lo cual se suministró los datos de cantidad de pozos, su caudal de concesión, pero sin especificar datos hidrogeológicos relevantes, tales como: caudal específico, abatimientos, caudal explotado, etc. Es claro que muchos de estos pozos se utilizan para las actividades de turismo que existen en la zona, pero no se tiene cuantificado cuánta es la cifra exacta, en razón de que los dueños no suministran a las autoridades pertinentes datos necesarios para aproximar esta cantidad de agua subterránea para estos fines.

3.2 Capítulo B. Población y demanda de agua

Tal como se explica en el Capítulo B y según lo expuesto en el Capítulo A, el crecimiento de la población y de todos los servicios han sido de tasas del 7.5% anual, especialmente de la construcción, lo que ha provocado una demanda de agua exorbitante, por lo cual el AyA tuvo que asumir la operación del sistema que administraba la Municipalidad de Garabito en el año 2006. Dada esta situación, la Municipalidad según se mencionó con anterioridad, contrató los estudios para la propuesta de un Plan Regulador, el cual lo elaboró la empresa DEPPAT, estudio que en la actualidad se encuentra en la fase de aprobación por parte de la Municipalidad, para regular todo este crecimiento desordenado que se está presentando en la actualidad.

Con base en los datos de este Plan Regulador y con base en los datos de población de los censos y las encuestas de hogares del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se procedió a la determinación de las proyecciones de población y de la demanda de agua, cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3.2.1.

Como se observa en el cuadro, la población fija o residente se espera que crezca desde los 11,000 habitantes en el año 2008, hasta los 32,000 habitantes en el año 2030. De la misma manera, la población flotante crecerá desde las 16,605 personas, que incluyen las cuatro categorías en que se clasifican esta población, hasta las 42,114 personas en el año 2030.

En cuanto a la demanda de agua, se proponen diferentes dotaciones de agua según sea las categorías de uso, sea para la población residente o fija, así como las categorías de la población flotante, que se definen según la estadía de esta población flotante y que se indican en el Cuadro 3.2.1. Como se observa en el mismo, la demanda de agua en la hora máxima, sin considerar las pérdidas del sistema más la demanda pico de la

población flotante, tendrá un aumento de los 132 l/seg hasta los 371 l/seg, es decir, la demanda de agua aumentará en un 178%.

En consecuencia, se espera que el crecimiento de la demanda de agua tenga una curva ascendente, que se establece como la curva de diseño, con un rango de planificación de demandas alta y baja, que determina un ámbito en el cual se podrán plantear las diferentes alternativas de solución, siendo la que se adapte mejor a estos cambios de estas demandas, una de más favorables al momento de la selección de las mismas.

Como parte de las proyecciones de población residente o fija, se establecieron dos escenarios de crecimiento adicionales, los que se indican en el Cuadro 3.2.2, denominados alto y bajo, considerando diferentes tasas de crecimiento, según los métodos que se explican en el Capítulo B. En consecuencia, en el Cuadro 3.2.3 y la Figura 3.2.1, se muestran gráficamente estas proyecciones de la demanda, para diferentes proyecciones de población: diseño, alta y baja, pero considerando las mismas dotaciones antes indicadas, esto es, que las demandas máximas horarias sin considerar las pérdidas en el sistema, podrían variar desde los 354 lts/seg hasta los 394 l/seg, datos que serán considerados para la evaluación de las opciones de solución, de manera tal que la óptima se adapte mejor a estas variaciones de la demanda de agua.

Cuadro 3.2.1: Proyección de población y de la demanda de agua

DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
PROYECCIONES DE POBLACIÓN						
POBLACIÓN FIJA	**10559**	**11925**	**17538**	**21503**	**26328**	**32233**
POBLACIÓN FLOTANTE	**16605**	**20216**	**29344**	**35059**	**38412**	**42114**
VISITANTE DIARIO	5525	6091	7774	9232	10193	11254
TURISTAS	2725	3149	4521	5523	6098	6733
TEMPORADISTAS	5838	8255	14206	17461	19279	21285
TRABAJADORES	2517	2721	2842	2842	2842	2842
POBLACION TOTAL	**27164**	**32141**	**46882**	**56562**	**64740**	**74347**
PROYECCIONES DEMANDA DE AGUA l/seg						
DEMANDA PROMEDIO FIJA	56	64	94	111	129	149
DEMANDA MAXIMA DIARIA FIJA	72	83	122	145	168	194
DEMANDA MAXIMA HORARIA FIJA	89	103	150	178	206	239
DEMANDA PICO FLOTANTE	31	41	66	81	87	94
DEMANDA MAXIMA DIARIA + PICO FLOTANTE	103	125	188	226	255	288
DEMANDA MAXIMA HORARIA + PICO FLOTANTE x 1.4	132	160	243	291	329	371

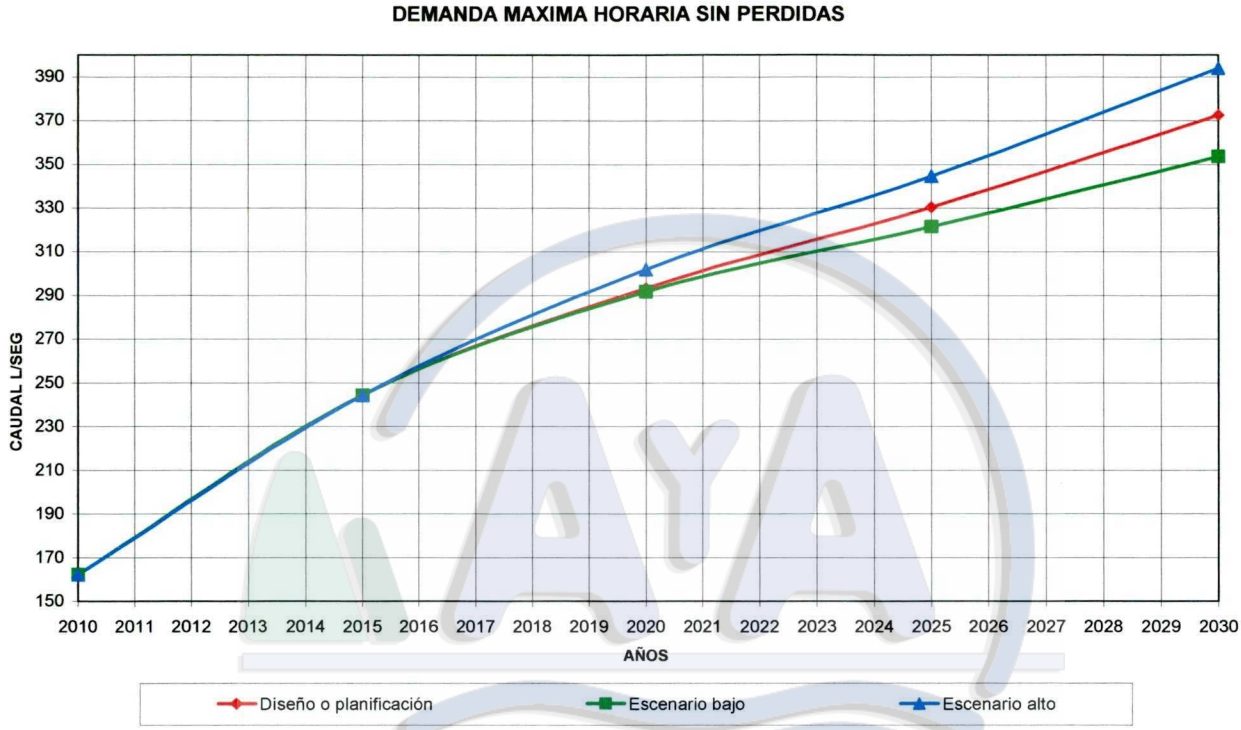
Cuadro 3.2.2: Proyección de población de diseño fija (diseño, alta y baja)

PROYECCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Proyección Diseño	10,559	11,925	17,538	21,503	26,328	32,233
Proyección alta	10,559	11,925	17,538	23,228	29,279	36,895
Proyección baja	10,559	11,925	17,538	21,202	24,501	28,108

Cuadro 3.2.3: Proyecciones de la demanda (alta y baja), sin considerar pérdidas en el sistema

Escenarios	Descripción	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Diseño o planificación	Población total	27,164	32,141	46,882	56,562	64,740	74,347
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	291	329	371
Escenario bajo	Población total	27,164	32,141	46,882	56,261	62,913	70,222
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	292	322	354
Escenario alto	Población total	27,164	32,141	46,882	58,287	67,691	79,010
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	302	345	394

Figura 3.2.1: Proyecciones de la demanda máxima diaria, flotante +pérdidas, según escenarios (diseño, alta y baja), según proyecciones de demanda de población de cuadro 3.2.3



3.3 Capítulo C. Análisis de caudales máximos y mínimos de las quebradas y ríos de la Ciudad de Jacó

El objetivo de este análisis es determinar los caudales mínimos y máximos de las quebradas y ríos que cruzan la Ciudad de Jacó, a fin de establecer la posibilidad de utilizar estos cuerpos de agua como parte de la disposición final de las aguas servidas tratadas, así como definir las estructuras de los colectores a cruzar los mismos, sea por los puentes o sobre los cauces, cuando se produzcan las avenidas máximas.

Para lograr este objetivo, se utilizó los datos de la estación hidrométrica El Rey del Río Candelaria, propiedad del ICE, cuyas correlaciones resultaron bastante precisas para establecer estos caudales mínimos y máximos, para los puntos de interés que definieron, para las quebradas Bonita y Doña María y los Ríos Copey y Naranjal, con resultados que se muestran en los Cuadros 3.3.1 y 3.3.2, respectivamente. La localización de los puntos se muestra en la Figura 1.1 del Capítulo C de este informe.

Cuadro 3.3.1: Caudales mínimos en los sitios de interés en l/seg

Tp años	Q. Mona, Q. Bonita arriba	Q. Bonita inter-media	Q. Bonita abajo	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo	Río Copey arriba	Río Copey abajo	Q. Seca afluente de Naranjal	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo
1.01	41.7	66.5	87.7	8.4	14.2	98.8	108	33.5	59.2	69.5
1.25	39.9	63.7	84.1	8.1	13.6	94.6	103	32.1	56.8	66.6
2	36.3	58	76.5	7.4	12.4	86.2	93.8	29.2	51.7	60.6
5	30.3	48.3	63.7	6.1	10.3	71.7	78.1	24.4	43	50.4
10	26.3	42	55.5	5.3	9	62.4	68	21.2	37.5	43.9
20	22.9	36.6	48.3	4.6	7.8	54.4	59.2	18.5	32.6	38.2
25	21.9	35	46.2	4.4	7.5	52	56.6	17.6	31.2	36.6
50	19.1	30.5	40.2	3.9	6.5	45.3	49.3	15.4	27.1	31.8
75	17.6	28.1	37.1	3.6	6	41.7	45.4	14.2	25	29.3

Cuadro 3.3.2: Caudales máximos en los sitios de interés en m3/seg

Tp años	Mona, Q. Bonita arriba	Q. Bonita inter-media	Q. Bonita abajo	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo	Río Copey arriba	Río Copey abajo	Q. Seca afluente de Naranjal	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo
2	49	52	64.4	13.6	15.6	70.4	75	43.1	47.5	53.8
5	63.1	79.7	98.6	17.3	20	108	115	55.4	72.8	82.4
10	73.7	98	121	20.2	23.4	133	141	64.6	89.5	101
25	91.6	121	150	25	29.4	164	175	80.2	111	125
50	106	138	171	28.9	34.3	187	199	93	126	143
75	121	148	183	32.8	39.2	201	214	105	135	153

3.4 Capítulo D. Calidad del agua

Este capítulo tiene como propósito el analizar la calidad del agua, tanto del sistema de abastecimiento de agua potable como de los cuerpos de agua, incluida la playa de la ciudad, cuyas conclusiones se pueden resumir de la siguiente forma:

- La calidad del agua de abastecimiento en la ciudad de Jacó se puede decir que es bastante aceptable y es una realidad que el AyA se encuentra haciendo mejoras al sistema de tratamiento, que redundará en una mejor calidad del agua a suministrar.

- El manejo de las aguas residuales en la Ciudad de Jacó no es el mejor y de hecho no existe sistema de alcantarillado sanitario y mucho menos tratamiento de aguas servidas. No existe un buen control sanitario de las descargas y de las plantas de tratamiento que se encuentran en operación.
- Es evidente que los cursos de agua que atraviesan la ciudad y que descargan sus aguas al mar se contaminan fuertemente en su paso. Esto quedó demostrado con los niveles registrados por el AyA de coliformes fecales en las desembocaduras de éstos.
- De continuar el desarrollo tal y como se presenta en la actualidad y sin tomar medidas sanitarias apropiadas, es un hecho que la playa se puede ver severamente contaminada con materia fecal, lo cual sería un problema muy serio para la salud humana y de todas las actividades comerciales que se desarrollan en la ciudad de Jacó.
- La ocupación de la ciudad y su actual desarrollo, hacen prever que la composición de las aguas residuales que se pueden esperar son del tipo ordinario, es decir provenientes de la actividad humana. No se espera la descarga a un futuro sistema de alcantarillado de contaminación por la actividad industrial.

3.5 Capítulo E. Datos oceanográficos y batimétricos de la Bahía de Jacó

El objetivo de este Capítulo es estudiar la Bahía de Jacó, con el propósito primario de colocar un emisario submarino de aguas servidas para la ciudad de Jacó. En consecuencia, este estudio pretende determinar la ubicación óptima del emisario desde el punto de vista costero, tomando en cuenta las condiciones oceanográficas básicas; batimetría, mareas, corrientes por marea, oleajes y las corrientes generadas por oleaje.

Para analizar estas variables se realizaron estudios de campo, que incluyeron un levantamiento batimétrico de toda el área de Playa Jacó hasta una profundidad de 30 metros, y la medición de la velocidad y dirección de las corrientes. Esta información de campo fue complementada utilizando modelos numéricos de corrientes de mareas, oleaje y corrientes por oleaje. Para las mareas se tomó en cuenta los posibles efectos de la entrada y salida de las aguas por marea en el Golfo de Nicoya. En el caso de los oleajes, éstos al tener periodos muy altos se ven afectados en su dirección y altura desde zonas a más de 200 kilómetros afuera de la costa y a profundidades de 500 metros. Por último se estudiaron de forma general los procesos costeros de morfología de playa en la zona en cuestión.

Con las evaluaciones de campo y los modelos que se indican en el Capítulo, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las profundidades en el extremo Norte de la playa son mayores a menor distancia, en general la profundidad de -25m NBIS (Nivel de Bajamares Inferiores de Sicigias)[1] es de 1875m (distancia en planta desde la costa hasta el punto donde se produzca los 25 m NBIS).
- La variación de mareas es alta en Jacó. Esta puede llegar a tener variaciones de hasta 3 metros cuando se dan "mareas vivas", y de 1.5 metros cuando hay "mareas muertas".
- Durante las "mareas vivas", se encontró que cuando éstas suben la corriente tiene una velocidad entre 0.20 y 0.40 m/s, con una dirección hacia el Sur-Suroeste (195°). Cuando la marea va bajando la dirección cambia hacia el Oeste-Noroeste, con velocidades que variaron desde 0.30 m/s hasta 1 m/s.
- Durante las "mareas muertas" las velocidades fueron menores. Cuando la marea sube, la dirección medida fue hacia el Oeste, y con velocidades de entre 0.06 y 0.7 m/s, y cuando la marea baja la dirección fue Oeste-Noroeste, con velocidades de 0.5m/s.
- No se encontró una diferencia significativa entre los derivadores de 2 y 3 metros, lo que indica que el perfil de corrientes es homogéneo en estas profundidades.
- Se determinó que el extremo Norte de Playa Jacó presenta menor energía de oleaje, con alturas de oleaje significante de hasta 3.40 metros, donde en propone la descarga de las aguas servidas o tratadas. En el extremo Sur el mismo punto tiene una altura de oleaje significativo de 4.10 m. Considerando que la energía del oleaje crece de forma cúbica, esta diferencia se considera importante.
- Las corrientes generadas por oleaje generan un sistema de arrastre de litoral de Sur a Norte. Esto significa que los sedimentos en el extremo Sur viajarán hacia la playa, mientras que en el extremo Norte, al encontrarse con la formación rocosa al final de la playa, las corrientes desplazarán mar adentro los sedimentos, hecho significativo para la instalación de emisarios en ese sector.

3.6 Capítulo F. Evaluación de la Normativa Existente para el proyecto

Sobre este capítulo, se resume que en la actualidad por normativas y leyes que aplican sobre el proyecto son bastante numerosas, que de acuerdo con esta primera evaluación serían unas 21 leyes y reglamentos, y unas 41 normativas las relacionadas con los

[1] Las mareas de sicigias o "mareas vivas" se producen cuando la luna y el sol están en conjunción (luna **nueva**) o en oposición (**luna llena**). En este caso los efectos de ambos astros se suman y es por ello que las pleamares de sicigias son más altas que las pleamares promedio y las bajamares son más bajas que las bajamares promedio.

aspectos de la construcción de las obras, que deberán tomarse en cuenta para los diseños preliminares y especialmente los definitivos, así como la construcción misma de las obras, la operación de todos los sistemas que de ella se deriven, con énfasis en las estaciones de bombeo, la planta de tratamiento y la disposición final, sea emisario submarino o descarga a un cuerpo receptor.

4. Conclusiones preliminares

Por lo descrito anteriormente, se concluye que la situación de la ciudad de Jacó en la actualidad, que sufre un proceso acelerado de desarrollo turístico, podría colapsar los servicios públicos que se prestan en la actualidad, especialmente el servicio del abastecimiento de agua potable en todo el ámbito de la ciudad, y consecuentemente podría provocar problemas de sanidad y ambientales, primero por la demanda insatisfecha de este servicio como la inadecuada disposición de las aguas servidas que se presenta hoy en día en toda la zona de estudio.

Como se indicó arriba, la población de acuerdo con las proyecciones de ésta y de la demanda de agua, la misma podría crecer desde las 27,000 personas (residente más población flotante), hasta las 74,000 en el año 2030. Por otro lado, la demanda máxima diaria de agua, incluyendo la población flotante más las pérdidas en el sistema, se estima que crezca desde los 132 l/seg hasta los 371 l/seg, lo que implica un aumento del 138 % para ese período.

Luego de la evaluación de los caudales mínimos y máximos de las quebradas y ríos que cruzan la ciudad de Jacó rumbo a la playa, se puede prever que posiblemente las autoridades municipales y del Poder Ejecutivo correspondientes, tendrán que canalizar varios de estos flujos especialmente en la época de lluvias intensas, porque de lo contrario se podrían producir inundaciones de grandes proporciones en algunas partes de la ciudad. Por información de la empresa que elaboró el Plan Regulador, una gran parte del área destinada al desarrollo urbano es inundable, lo cual implica la necesidad de desarrollar un estudio sobre el alcantarillado pluvial con obras sobre el control de inundaciones. Referente a los caudales mínimos, nos permite establecer "a priori", cuáles de estos flujos de agua son los más propicios para la descarga de aguas servidas tratadas, lo cual será cuantificado en el planteamiento de alternativas.

En cuanto a los estudios de oceanografía, se concluye que existen condiciones favorables para la instalación de un emisario submarino en el extremo Norte de la Playa de Jacó, tanto por el arrastre de corrientes como por las condiciones de oleaje, lo que permitirá plantear las alternativas de descarga de las aguas residuales tratadas en ese sector.

Capítulo A: Caracterización socioeconómica, situación del sistema de abastecimiento actual y pozos de producción de la zona

1. Reseña histórica del Cantón Garabito

En la época precolombina, el territorio que actualmente corresponde al cantón de Garabito, fue parte de los dominios del cacique Coyoche o Coyochi, en el valle de igual nombre, el cual estuvo habitado por indígenas del llamado Reino Huetar de Occidente; a inicios de la conquista el cacique principal fue Garabito.

El nombre del cantón es en recuerdo del heroico e indómito Garabito, cacique principal del reino Huetar de Occidente que en los inicios de la conquista residió en el valle donde se localiza hoy ciudad de San Ramón; cuyos dominios comprendían hacia el oeste del río Virilla. Don Carlos Gagini en su obra Los Aborígenes de Costa Rica, indica que la palabra es de origen indígena Garabee o Garabú que significa en tarahúmara "el mejor".

El descubridor de la región fue don Gil González Dávila, en el año de 1522, cuando realizó el primer recorrido por tierra de nuestro territorio nacional, desde el sector sureste del mismo hasta el poblado indígena de Avancari (hoy Abangaritos, cantón de Puntarenas).

En ley No. 20 del 18 de octubre de 1915, sobre división territorial para efectos administrativos los caseríos Las Agujas, Tárcoles, Pigres, Las Mantas y Herradura formaron parte del distrito primero del cantón de Puntarenas. En el gobierno de don Daniel Oduber Quirós se emitió el decreto ejecutivo No. 4358-G del 6 de diciembre de 1974, que estableció el Concejo de Distrito de Jacó. Posteriormente en ley No 6512 de 25 de setiembre de 1980, en el gobierno de don Rodrigo Carazo Odio, que creó el cantón de Garabito, la villa adquirió la categoría de Ciudad, por ser cabecera de la nueva unidad administrativa establecida en esa oportunidad.

En 1927 se inauguró la escuela con el nombre de Mixta de Jacó en la segunda administración de don Ricardo Jiménez Oreamuno. La iglesia se construyó en 1946, durante el arzobispado de monseñor don Carlos Humberto Rodríguez Quirós cuarto arzobispo de Costa Rica. En el año de 1969, se erigió la parroquia, dedicada a la Inmaculada Concepción de María; la cual actualmente es sufragánea de la diócesis de Tilarán de la provincia eclesiástica de Costa Rica.

La tubería de agua potable se inauguró en 1976. La carretera denominada Costanera Sur, que comunica al cantón con otras ciudades de la Región Pacífico Central, se abrió en 1978, en el gobierno de don Daniel Oduber Quirós. Adicionalmente el cantón se comunica hacia el Valle Central por la carretera que sale hacia Orotina y luego por el Monte del Aguacate hacia Atenas. El alumbrado eléctrico se instaló en setiembre de 1981, en la administración de don Rodrigo Carazo Odio.

2. Área de estudio

El Cantón de Garabito tiene una anchura máxima de treinta y nueve kilómetros, en la dirección Noroeste a Sureste, desde la desembocadura del Río Jesús María, en el litoral Pacífico hasta unos 800 metros aguas arriba de la desembocadura del río Tusubres y las coordenadas geográficas del cantón son 09°42'35" latitud norte y 84°36'52" longitud oeste.

El área de estudio se define de acuerdo con los siguientes límites: desde su desembocadura en el Océano Pacífico, se sigue el cauce de la Quebrada Bonita hasta llegar al puente en la Carretera San José- Quepos; desde donde se sigue una línea de quinientos metros (500 m.) de longitud con rumbo Oeste Franco, al final de la cual continúa una línea paralela a dicha Carretera, y a esa misma distancia, hasta alcanzar el punto localizado en las Coordenadas Lambert 395 Norte y 396 Oeste, desde donde parte una línea con rumbo Sureste Franco (45°) hasta alcanzar el Océano Pacífico, y de ahí continúa por la costa hasta llegar al punto inicial.

En la figura 4.1 siguiente se observa con detalle el área del proyecto, definida en los términos de referencia de esta contratación.

Figura 4.1: Ubicación del área del proyecto



De acuerdo con el INEC, la población de residentes permanentes del Distrito de Jacó para el censo del año 2000 alcanzaba la cifra de 6.371, de los cuales el 52 % eran del género masculino y el resto del femenino; mientras que para diciembre 2006 era de 8.103 personas manteniéndose la misma distribución por género

3. Importancia del área del proyecto dentro de la economía

El Instituto Costarricense de Turismo (ICT)[2] ha incluido como una unidad de planeamiento turístico[3] la Unidad Pacífico Medio, que comprende desde Punta Conejo hasta la boca del río Barú con una extensión mayor a los 130 Kms de costa. Esta unidad la ha estructurado el ICT con base en dos centros turísticos principales y dos secundarios, estando Jacó entre los primeros, el otro es Quepos y los dos secundarios son Parrita y San Isidro de Pérez Zeledón.

Jacó por su proximidad con el Valle Central, es el principal destino tanto de turismo de playa como de recreación de fin de semana de la demanda nacional y además uno de los centros de mayor interés para la práctica del surf por parte del mercado canadiense.[4] La inversión extranjera, principalmente en el sector turístico, ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de la zona, la cual ha generado una población multicultural que afecta las relaciones socioeconómicas de la zona.

Con el objeto de tener una idea de la importancia económica de la Ciudad de Jacó, se estima que el 15% de los turistas internacionales[5], que para el año 2006 fueron 1,16 millones, que ingresan al país, tiene como destino esa Ciudad. Además la generación de divisas por turismo se ha convertido en la segunda fuente de ingresos de divisas para el país, mostrando un crecimiento más que sostenido desde hace varios años.

El cantón de Garabito se encuentra entre los primeros cinco cantones, de acuerdo con el Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica (2007) elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que durante el último quinquenio, mostraron uno de los desarrollos humanos más importante del país, el cual se asocia fundamentalmente al aumento en la actividad turística del cantón. El cantón de Garabito para el año 2005, se ubicaba en el 9° lugar en el Índice de

---

[2] INSTITUTO COSTARRICENSE DE TURISMO- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO TURISTICO SOSTENIBLE 2002-2012

[3] Las Unidades de planeamiento representan espacios geográficos con características particulares en las que ocurre o se posibilita en forma macro, un desarrollo turístico determinado por factores ambientales, sociales, culturales, económicos y políticos. Se aplica también el concepto que las Unidades de planeamiento representan espacios geográficos con características particulares en las que ocurre o se posibilita en forma macro, un desarrollo turístico determinado por factores ambientales, sociales, culturales, económicos y políticos.

[4] INSTITUTO COSTARRICENSE DE TURISMO- PLAN NACIONAL DE DESARROLLO TURISTICO SOSTENIBLE 2002-2012

[5] Plan Regulador Urbano de la Ciudad de Jacó en trámite de aprobación por parte de la Municipalidad.

Desarrollo Humano (IDH)[6] cantonal, mientras que en el año 2000 se encontraba en el puesto 54.

4. Estructura socioeconómica

En el último quinquenio se han dado ciertos aspectos que han modificado la estructura socioeconómica de Jacó, citándose entre ellos los siguientes:

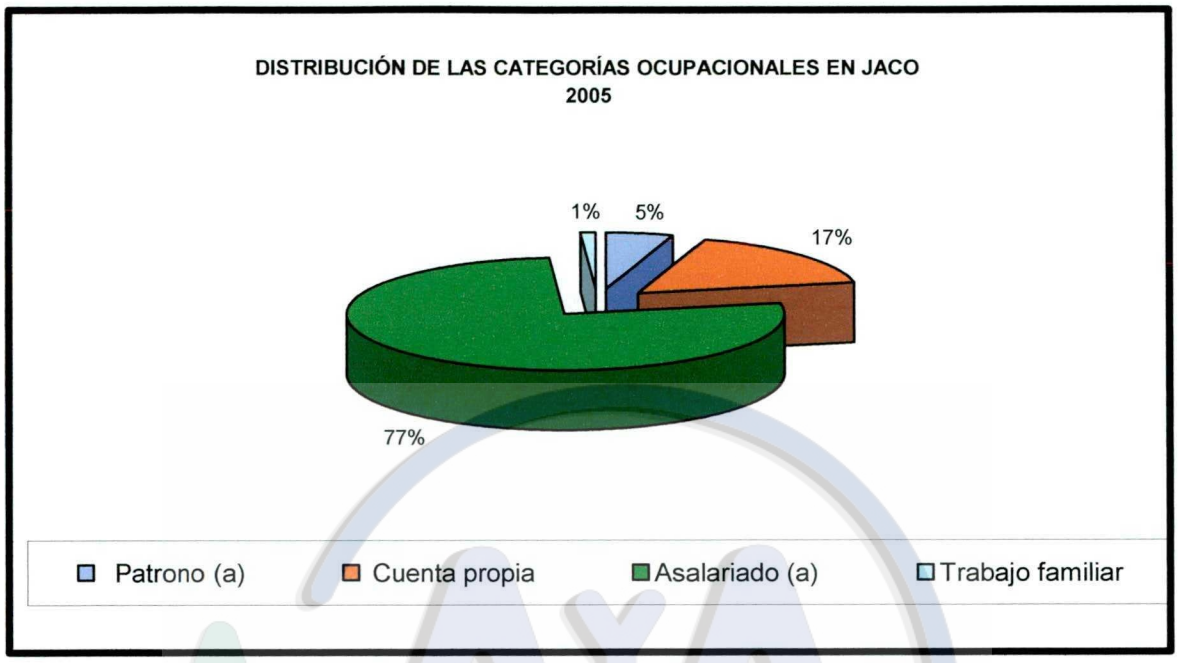
- Un aumento casi exponencial en la afluencia de turistas nacionales y extranjeros, lo cual ha generado un aumento en la población residente.
- Un aumento en la demanda de bienes raíces, que ha provocado un aumento exorbitante en los precios de los terrenos disponibles para urbanizar.
- La economía se ha dolarizado, producto de la afluencia de turistas como también del efecto macroeconómico que está sufriendo el país por el aumento de los ingresos por turismo como de la inversión extranjera directa.
- Se está transformando el modelo de desarrollo urbano, producto de las construcciones tipo condominio de altura.
- Presión sobre los servicios básicos como agua potable, telecomunicaciones e infraestructura vial y producto de este crecimiento sobre el medio ambiente, en especial, considerando la falta de alcantarillado sanitario.

Estos aspectos, han incidido obviamente en una forma drástica en la composición de la estructura productiva, la población y el comercio. La actividad de hoteles y restaurantes ocupa el 34% de la población ocupada, seguida por la construcción con aproximadamente un 18%, comercio con un 12% y luego por la agricultura y ganadería con un 9%.

Para el cantón de Garabito, en lo que respecta a las tasas de ocupación y desempleo abierto, las cuales se ven afectadas por el sector turismo asociadas a la temporada alta y baja, que afectan la demanda de mano de obra, para el año 2002 según el INEC, eran de 52,3% y 3,2% respectivamente.

En cuanto a las categorías ocupacionales de la Población Económicamente Activa (PEA), para el distrito de Jacó la misma se distribuye porcentualmente de la siguiente manera:

[6] Este Índice está compuesto por: vivir una vida larga y saludable (medida por la esperanza de vida), tener educación (medida por la tasa de alfabetización de adultos y la tasa neta combinada de matriculación en primaria y secundaria) y gozar de un nivel de vida digno (medido por el consumo eléctrico residencial por cliente como variable proxy del PIB per capita cantonal).



Otros datos relevantes del Distrito de Jacó son los siguientes:

- Extensión territorial: 140.2 Km^2
- Tasa de natalidad: entre 17.3 y 20.03 por cada mil habitantes
- Tasa de fecundidad: 2.1
- Tasa de mortalidad general: 1.6 por cada mil habitantes para el 2003.
- Edad promedio: 25.5 años

Con relación a las características de las viviendas de los residentes, se tiene que los mismos presentan en promedio 3,7 personas por hogar, que es menor que el promedio nacional (4,1). Las mujeres son jefe de hogar en un 18% de los hogares y el 87% de los jefes de hogar trabajan. El ingreso promedio mensual del núcleo familiar es de ¢ 223.054, cifra que supera al monto de la línea de pobreza, pero existe un 7% de los hogares con ingresos menores a ¢ 60.000,00.

En el capítulo de proyecciones de población se analiza con amplitud las características de la población total, incluyendo los residentes, turistas nacionales y extranjeros y los trabajadores, principalmente del sector construcción. Además, se analiza con detalle el comportamiento de la oferta de habitaciones en la zona de estudio.

Es importante mencionar los riesgos sociales que implica un desarrollo turístico comercial como el que se está dando en Jacó, entre los que destacan la explotación sexual comercial de personas menores de edad, que ha vuelto aún más vulnerable a esta población; la drogadicción y la delincuencia. La prostitución infantil, cuya

promoción alcanza niveles mundiales, se ha constituido en una fuerza gravitatoria para la práctica del turismo sexual infantil.

Otro problema que presenta índices alarmantes en la zona es el de la inseguridad ciudadana, el cual está muy ligado al crecimiento demográfico y, por lo tanto, urbano, pero no necesariamente al desarrollo turístico, ya que esta situación de inseguridad está presente en todo el país. Sin embargo, es un hecho que el crecimiento demográfico y urbano de Jacó, está intrínsicamente vinculado a esta actividad. En un estudio reciente del Ministerio de Planificación se indica que: "*Hay que señalar que los cantones de Garabito y Aguirre que tienen un importante desarrollo turístico, presentan también el mayor número de casos delictivos por cada mil habitantes. También se debe indicar que en el cantón de Garabito, específicamente el distrito de Jacó, está contemplado como una de las diez comunidades más vulnerables del país donde el Ministerio de Seguridad Pública aplicará un plan de acción policial especial con el propósito de minimizar su incidencia delictiva*".

5. Plan Regulador

A la fecha de este informe, se encuentra en su fase de aprobación en la Municipalidad de Garabito, el Plan Regulador, el cual abarca en sentido Sur a Norte desde Punta Guapinol hasta la Quebrada Cañablancal y hacia el Noreste y Este aproximadamente de 500 mts a 1 km de la carretera interamericana. Este Plan fue elaborado en el año 2006, en concordancia con la Ley de Planificación Urbana y el Código Municipal.

6. Ámbito físico

6.1 Geología

El cantón de Garabito está constituido geológicamente por materiales de los períodos Cretácico, Terciario y Cuaternario; siendo las rocas volcánicas del Cretácico las que predominan en la región.

Del período Cretácico se encuentran rocas de origen volcánico, las cuales están agrupadas bajo el nombre del Complejo de Nicoya, que está compuesto de grauwacas macizas, compactas, de color gris oscuro, ftanitas, lutitas ftaníticas, calizas silíceas afaníticas, lavas con almohadillas y aglomerados de basalto e intrusiones de garbos y dioritas, que se localiza entre Lomas Camaronal y Fila Negra, y de ésta última hasta el Cerro Guapinol; lo mismo que en los Cerros Chiquero, Quebrada Bonita y Rincón Villaco; así como en las Filas Quebrada Bonita y Camaronal.

Entre los materiales del período Terciario, se hallan rocas de origen sedimentario de las épocas Eoceno, Paleoceno, Mioceno y Plioceno Pleistoceno; a la primera corresponde la Formación Brito, la cual está constituida por areniscas calcáreas, margas, areniscas con intercalaciones tobáceas y arcillosas, lutitas, tobas y brechas de material volcánico, intercaladas con estratos lutáceos, lutitas pardas con restos de plantas tobas y brechas fosilíferas, calizas con orbitoides que se sitúan en el Cerro

Rincón Villaco, en la ladera Oeste de Fila Chiquero; lo mismo entre la ladera Sur de Lomas Pizote y la ladera Norte de Loma Camaronal; así como en el sector Noreste del poblado Quebrada Amarilla. Las rocas sedimentarias de la época Mioceno, pertenecen a la formación Punta Carballo, la cual está constituida por areniscas finas, calcáreas, pobremente estratificadas, gris verdosa y fosilíferas en partes, también fragmentos de xilópolo generalmente gris o negra; que se localiza en la ladera Norte y Oeste de Fila Pizote así como entre las fincas Lagunilla y Nambí. Las rocas sedimentarias del Plioceno Pleistoceno, están representadas por la Formación Tivives que es un lahar constituido por bloques de lava, principalmente basálticos de diversos tamaños, distribuidos en una matriz cinerítica, enriquecida de pómez, en superficie arcillificada, la cual se sitúa al Norte del Cantón.

De los materiales del período Cuaternario se localizan rocas de origen sedimentario de la época Holoceno. Los materiales están representados por pantanos, y por depósitos fluviales, coluviales y costeros recientes; los primeros se localizan en el sector aledaño al Estero Los Diegos; y los segundos, en las cercanías de la carretera que comunica Ciudad Jacó con el poblado de Herradura; lo mismo que en las proximidades a los poblados de Playa Herradura, Playa Hermosa y al Oeste del Quebrada Ganado, así como en el sector aledaño a las márgenes del curso inferior del Río Grande de Tárcoles y de los esteros Guacalillo, Loros y Tivives.

6.2 Geomorfología

El cantón de Garabito presenta tres unidades geomorfológicas, denominadas forma de denudación en rocas ígneas, de sedimentación y de origen tectónico y erosivo.

La unidad de denudación en rocas ígneas está representada por serranías y valles profundos del complejo de Nicoya, la cual se localiza desde lomas Pizote hasta el sector aledaño al poblado de San Antonio, así como entre el sector Este de las puntas Sucia y Conejo, también en Fila Quebrada Bonita. Esta subunidad presenta un relieve constituido por laderas de pendiente muy fuerte entre 20° y 30°, con divisorias de aguas muy angostas, los fondos de los valles son angostos, del ancho de las quebradas. Las rocas corresponden a la formación Punta Carballo y al complejo de Nicoya, principalmente basaltos, asociados a pedernales y radiolaritas. El origen se debe a la erosión que ha actuado principalmente sobre rocas del citado complejo, dejando a estas serranías en un estado de denudación extrema.

La unidad de sedimentación aluvial, se divide en siete subunidades, llamadas terraza aluvial de Esparza y Orotina, planicie aluvial del Río Grande de Tárcoles, planicie aluvial de Herradura Jacó, planicie aluvial del río Tusubres, Planicie Aluvial del río Agujas, Marismas, y Planicie Aluvial del río Jesús María. La subunidad terraza aluvial de Esparza y Orotina, se encuentra al Norte del cantón, a partir de finca Intermedios, la cual constituye una superficie plana ondulada, de amplias divisorias, compuesta de rocas de las formaciones Punta Carballo y Tivives, en esta última son ignimbritas y originan terrenos arcillosos, la génesis de la subunidad es compleja, en un principio

existía la Formación Punta Carballo, la cual fue reducida a casi una llanura, luego ocurrió la depositación de las otras formaciones y posteriormente el proceso erosivo la transformó a su forma actual.

La subunidad planicie aluvial del Río Grande de Tárcoles, se localiza en las márgenes del curso inferior del citado río, la cual constituye una unidad plana, con una superficie que presenta un micro relieve producto de los cauces abandonados y rellenos aluviales; la pendiente generalmente es inferior a 1°, en ella se pueden ver los meandros abandonados; esta subunidad presenta dominancia de fracciones volcánicas principalmente andesitas, la textura de la fracción variará siendo más gruesa hacia las vecindades de los ríos y del pie de las colinas, su origen se debe al aporte realizado por el Río Grande de Tárcoles y sus afluentes.

La subunidad planicie aluvial de Herradura Jacó, se ubica en el área aledaña a la carretera que va desde Ciudad de Jacó hasta el poblado Caña Blancal; la cual corresponde a una unidad plana, con una superficie que presenta un micro relieve producto de los cauces abandonados y rellenos aluviales, la pendiente generalmente es inferior a 3°, siendo las áreas cercanas a las colinas donde se presenta mayor pendiente, como resultado del acumulo de coluvio; en esta subunidad hay dominancia de fracciones volcánicas principalmente de rocas básicas tipo basalto, la textura de las fracciones variará siendo más gruesas hacia las vecindades de los ríos y del pie de las colinas su origen se debe al aporte realizado por los ríos principales del área y sus afluentes. La subunidad planicie aluvial del Río Tusubres, se sitúa al Sureste del cantón, en las proximidades del poblado de Quebrada Azul, la cual constituye una superficie plana con pendiente inferior a 1°. Pocos ríos atraviesan la unidad a excepción del río principal, la subunidad presenta una dominancia de fragmentos de roca de tipo areniscas y lutita con algo de lava; las rocas sedimentarias por ser muy suaves y estar meteorizadas se disgregan más y son difíciles de observar; el origen se debe al relleno efectuado por el Río Tusubres los materiales formadores vienen principalmente de rocas sedimentarias y algo de rocas volcánicas.

Las subunidades planicie aluvial de Río Agujas, Marismas, y planicie aluvial del Río Jesús María, se localizan, la primera en el curso inferior del Río Agujas; la segunda se ubica en las proximidades del Estero Los Diegos; y la última, corresponde a un pequeño sector del cantón, en las proximidades del curso inferior del Río Jesús María, cerca a su desembocadura.

La unidad de origen tectónico y erosivo está representada por superficies de erosión alta, la cual se localiza en Fila Chiclera, así como al Norte del poblado de Quebrada Amarilla. La superficie muestra una concordancia de alturas, lo que sugiere un período de erosión que niveló el área y posteriormente fue cortada por los ríos actuales. Las partes altas muestran un relieve ondulado suave, con valles de laderas de fuerte pendiente. Las cimas son en general de amplitud mediana, entre 300 y 500 metros.

Esta unidad se compone de rocas sedimentarias y basaltos profundamente meteorizados. Su origen se debe a la estabilidad tectónica, que permitió a la erosión

uniformar el relieve, luego un ascenso del mismo aumentó la erosión originando los cortes de los valles.

6.3 Altitudes

s elevacio metros sobre el nivel medio del mar (ms.n.m), de algunos centros son las siguientes: Ciudad Jacó 7, Poblado Mona 40, Poblado lo San Antonio 416.

6.4 Hidrografía

El sistema fluvial del cantón de Garabito, corresponde a la vertiente del Pacífico; el cual pertenece a las cuencas de los ríos Tusubres, Grande de Tárcoles y Jesús María.

La primera cuenca es drenada por el río Tusubres y su tributario el Río Seco; lo mismo que por los ríos La Gloria, Copey, Caña Blancal, Tarcolitos y su afluente Camaronal; así como por el Río Agujas que se origina con el nombre de Agujitas. Estos cursos de agua, excepto los ríos Seco y Tarcolitos nacen en Garabito, en Lomas Camaronal, así como en los cerros Chiquero, Herradura y las Filas Negra, Quebrada Bonita y Chiclera; los cuales presentan una dirección de Noreste a Suroeste y de Este a Oeste, hasta desembocar en el Océano Pacífico. Los ríos Tusubres, Seco, Tarcolitos y Camaronal son límites cantonales; el primero con Parrita, y los otros con Turrubares de la provincia de San José.

La cuenca del Río Grande de Tárcoles es drenada por este río y su afluente el Río Carara y la Quebrada El Cacao; lo mismo que por las quebradas Presa de Caballo y Mariana. Estos cursos de agua, excepto los ríos Grande de Tárcoles y Carara, nacen en la región; los cuales presentan un rumbo de Noreste a Suroeste y de Sureste a Noroeste hasta desembocar en el Océano Pacífico. Los ríos Grande de Tárcoles y Carara son límites con el Cantón de Turrubares, de la Provincia de San José.

La cuenca del Río Jesús María es irrigada por este río y su afluente el Río Cuarros; así como por las quebradas Caraña y Pretiles. Estos cursos de agua presentan un rumbo de Este a Oeste y de Noreste a Suroeste hasta desembocar en el océano Pacífico. Estos ríos son límites cantonales; el primero con Esparza y el otro con Orotina de la Provincia de Alajuela.

Propiamente dicho, los ríos y quebradas que drenan la ciudad de Jacó o el área del estudio, son las Quebradas Bonita, Doña María y los ríos Copey y Naranjal, que desembocan directamente en la playa.

7. Breve descripción general del acueducto

El acueducto de Jacó cuenta con un campo de pozos y recientemente se terminó de instalar una planta potabilizadora tipo "paquete", la cual sustituirá a la planta antigua. La planta nueva tiene una capacidad de 60 lts/seg y podrá operar las 24 horas del día.

La planta actual antigua, que se abastece de la Quebrada Piedra Bruja, estaba compuesta por hidrociclones y un sistema de filtros, con una capacidad de 65 lts/seg en época lluviosa y 40 lts/seg en la temporada seca.

El campo de pozos se compone de tres unidades con una producción total de 84 lts/seg en verano y de 103 lts/seg en invierno. Esta producción se "inyecta" directamente a la red, prácticamente desde la salida de la planta, dada la falta de almacenamiento.

El acueducto está conformado por las siguientes tuberías, todas en PVC, tal como se muestra en el Cuadro 7.1.

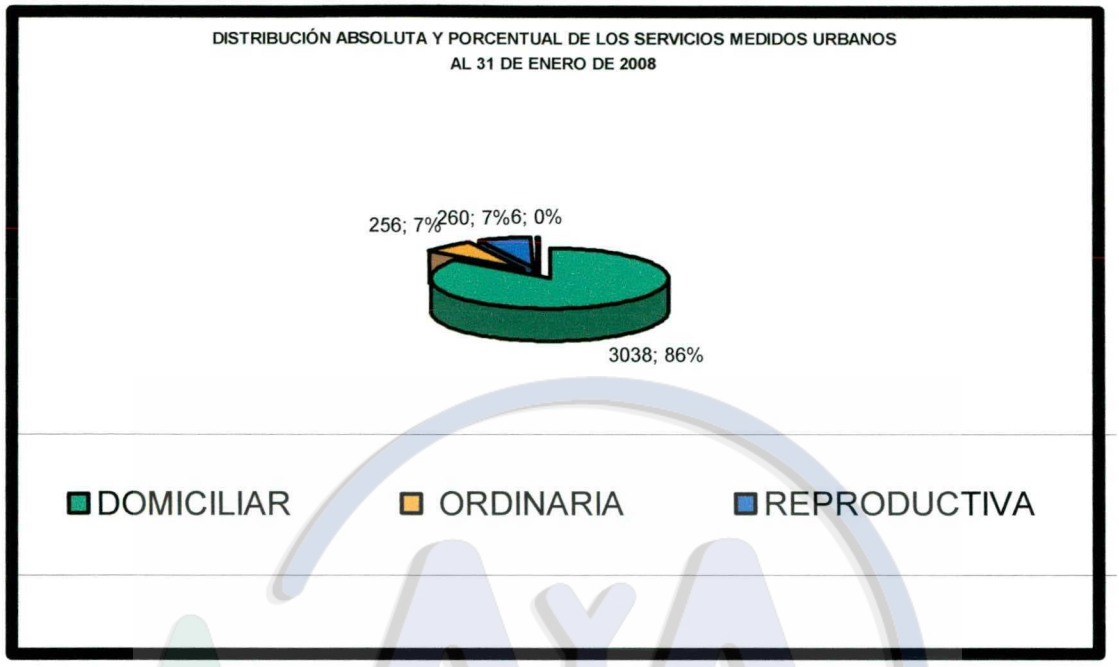
Cuadro 7.1: Composición de las tuberías del sistema de agua potable

DIÁMETRO (MM)	LONGITUD (MTS)
50	4.865
75	2.406
100	7.859
150	15.730
200	4.748
TOTAL	**35.608**

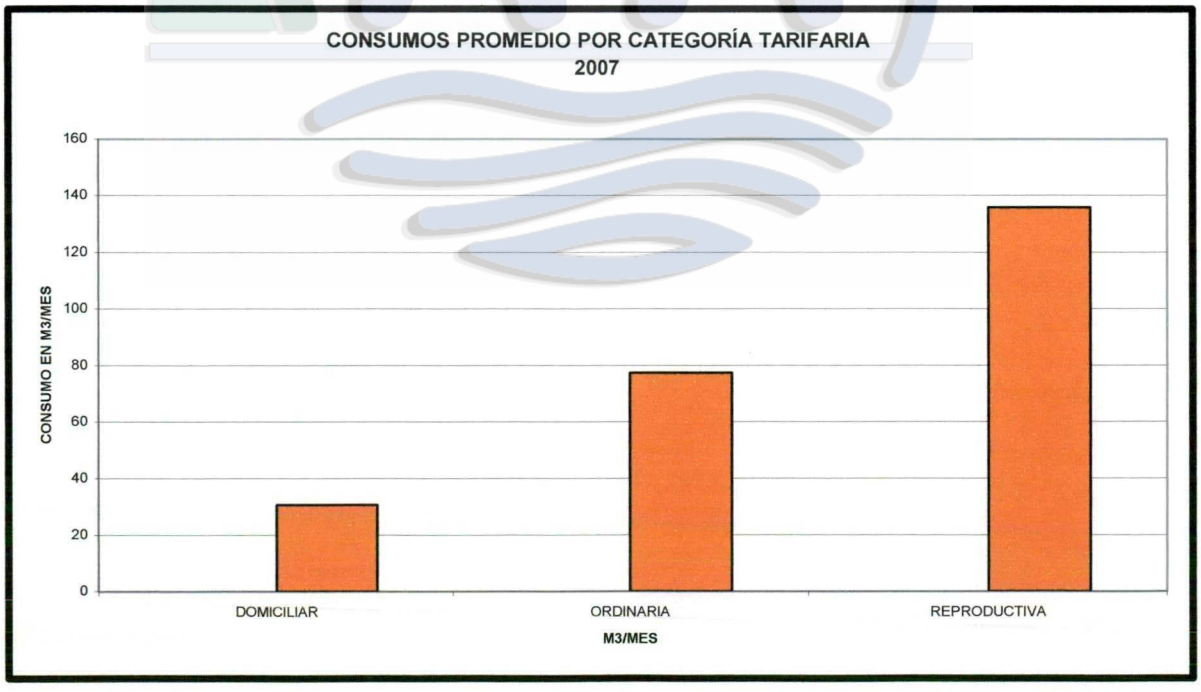
La tubería de diámetro de 150 mm, representa el 44% del total, seguido por la de 100 mm con un 22% y el resto de las tuberías completan el 100%.

El acueducto de Jacó, el cual es administrado desde el año 2006 por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) , tiene clasificados los servicios en rurales y urbanos y estos a su vez divididos en cinco categorías tarifarias: domiciliar, ordinaria, reproductiva[7], preferencial y gobierno. Los servicios rurales medidos son tres. En lo que respecta a los servicios urbanos existen treinta y seis fijos y los medidos se distribuyen de la siguiente manera:

[7] De acuerdo con información de la oficina de AyA en Jacó esta categoría incluye básicamente todos los hoteles y cabinas dedicadas al hospedaje de turistas de la ciudad.



En lo que respecta a los consumos promedio medidos para las diferentes categorías tarifarias son los siguientes:



De los gráficos anteriores se observa claramente, que aún cuando el número de servicios domiciliares representa el 86% de los servicios totales medidos, el consumo de la categoría reproductiva es más de 4 veces y el ordinario es más de 2,5 veces el consumo de la categoría domiciliar.

8. Sistema de disposición actual de las aguas servidas

En la actualidad el sistema de disposición de las aguas servidas de la Ciudad de Jacó se realiza tal como se mencionó anteriormente, a través de tratamientos individuales en las viviendas por medio de tanques sépticos y en algunos casos letrinas. Por otro lado, la mayor parte de los complejos hoteleros de mayor tamaño, poseen plantas de tratamiento que disponen sus aguas tratadas o no, en los cursos de agua que atraviesan la ciudad y que llegan finalmente a la playa.

Por tanto, en la Ciudad de Jacó no existe alcantarillado sanitario ni planta de tratamiento para las aguas servidas de origen doméstico y de otra índole, de forma centralizada, lo que provoca problemas ambientales y de salud dada la contaminación de los cursos de agua, sea de los ríos y quebradas de la ciudad como en la misma playa, tal como se describe en el Capítulo D de este informe.

Una de las ventajas que se tiene en la actualidad, con la disposición de las aguas servidas por medio de tanques sépticos y sus drenajes, es la extensión de los terrenos con que cuentan actualmente los predios de las casas de habitación e incluso algunos hoteles pequeños. Empero, esta práctica podría poner en peligro la contaminación de los acuíferos de la región de Jacó, los cuales son actualmente utilizados para el abastecimiento de agua potable de la ciudad, sea por medio del AyA o de forma particular, dado que la mayor parte de los suelos son de origen arenoso y los niveles friáticos del agua subterránea son bastante altos, en razón de su condición de acuíferos costeros.

Por lo que se detalla en la sección siguiente de este Capítulo, la capacidad de extracción por medio de pozos privados podría alcanzar los 95 l/seg, los cuales no tienen ningún control sanitario por parte los usuarios de estos, con el peligro que representa para la salud humana. Parte de esta agua subterránea aflora dentro de la misma ciudad, donde se han formado humedales que se proponen conservar en el Plan Regulador de la Ciudad de Jacó[8] y que igualmente podrían ser inutilizados si se sigue con esta práctica de evacuación y tratamiento de las aguas servidas, a través de los tanques sépticos.

En conclusión, el sistema del alcantarillado sanitario, donde se incluye el tratamiento de las aguas servidas y la adecuada disposición de las aguas tratadas para la Ciudad de Jacó, es una obra impostergable, dada la magnitud del problema que se vislumbra en el

[8] Plan Regulador Urbano de la Ciudad de Jacó, DEPPAT, 2006

futuro cercano con los sistemas actuales de recolección y tratamiento de las aguas residuales, por lo que el proyecto propuesto servirá como solución idónea a la problemática planteada.

9. Información de pozos en la zona de Jacó

En el siguiente Cuadro 9.1 se presenta la información sobre los pozos registrados que posee el Servicio Nacional de Riego y Avenamiento (SENARA), con fecha al 29 de abril del 2008. En este informe se observa el propietario del pozo, el caudal aprobado, la profundidad y el uso que se dará al mismo. Como se observa en el mismo, hasta la fecha el SENARA tiene cuantificados unos 32 pozos cuyo caudal total de producción según la concesión otorgada es unos 190 l/seg, tal como se muestra en el Cuadro 10.1, que incluye los tres operados por el AyA.

Al restar la producción concesionada la producción de los pozos del AyA, se obtiene un valor de unos 95 l/seg, de los cuales se podrían estar utilizando para fines domésticos como turísticos, no de forma permanente durante todo el día, ni durante todo el año. Al asumir valores de operación de al menos las 12 o 16 horas diarias en la época seca, se obtendría, que el caudal promedio máximo en esa época de unos 30 a 50 l/seg, que sería el caudal faltante del AyA, dado que la producción máxima dada por AyA, sería de alrededor de los 90 a 100 l/seg, de acuerdo con el balance de agua que se describe en el capítulo B.

En conclusión, se puede asumir que parte del caudal de los pozos eventualmente ingresarían al sistema del alcantarillado sanitario, de acuerdo con la demanda de agua máxima, con la población flotante incluida que se explica en el siguiente Capítulo B.

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
CENTRO DE DOCUMENTACION

AyA
CENTRO DE DOCUMENTACION
22 FEB 2017
Nº INSC 0010387

F: 6772
CEDO AyA 4067

Cuadro 9.1: Pozos de la zona registrados por el SENARA

POZO	COORDENADAS		PROPIETARIO	Q Final l/seg	N. EST en metros.	Profundidad metros	USO	Litología
	X	Y						
HE103	468.024	177.932	SOCIEDAD COMERCIAL Y GANADERA	3.15	0.76	15.00	DOMESTICO	1
HE104	467.604	180.665	JOSE LUIS CESPEDES JIMENEZ	1.00		30.00	DOMESTICO	
HE106	467.937	178.037	SOCIEDAD COMERCIAL Y GANADERA	2.00		15.00	DOMESTICO	
HE109	469.054	181.615	SPIN CO DE JACÓ S.A.	1.00		90.00	DOMESTICO	
HE118	466.532	180.520	GDR INVERSIONES NATURALES S.A.	2.00		15.00	RIEG_DOM_TUR	
HE120	469.034	178.545	JAEA S.A nº 1	5.00		30.00	DOMEST_RIEGO	
HE121	468.604	178.145	JAEA S.A. nº2	5.00		30.00	DOMEST_RIEGO	
HE134	467.596	179.926	AYA	43.00		34.00	ABAST. PUBLICO	1
HE140	465.129	181.145	INURSA S.A	5.00		59.00	DOMEST_RIEGO	
HE141	465.649	181.579	INURSA S.A	5.00		59.00	DOMESTICO	
HE142	465.164	181.395	INURSA S.A	5.00		59.00	DOMESTICO	
HE16	469.154	177.245	MARIO DIVARI	0.50			DOMESTICO	
HE18	467.954	179.595	MUNIC. GARABITO	9.50			ABAST. PUBLICO	
HE19	468.229	179.495	MUNIC. JACÓ	15.00	0.00	34.00	ABAST. PUBLICO	1
HE21	465.154	180.995	MARLIN DORADO S.A.	3.20	0.00	20.00	DOMESTICO	1
HE3	466.895	178.745	HOTELESRECREATIVOS, S.A.	2.00	1.17	18.00	TURISTICO	1
HE30	468.304	178.920	CARLOS LEITON Y ANA GOMEZ	0.50			DOMESTICO	
HE4	468.604	177.595	ASOC. EMPL. GRUPO ARH	2.40	5.00	13.00	TURISTICO	1
HE47	468.154	179.345	REDES SUBTERRANEAS MATELEC S.A.	3.00	0.00	30.00	DOMEST_RIEGO	1
HE68	468.154	179.445	AYA	25.00	3.00	38.50	ABAST. PUBLICO	1
HE69	468.154	179.445	AYA	29.00	1.42	40.00	ABAST. PUBLICO	1
HE77	467.604	178.995	VALLE OCCIDENTAL VA OC S.A.	14.00	1.70	22.00	DOMESTICO	1
HE79	469.326	175.670	CORDURA S.A.	0.50		60.00	DOMESTICO	
ILG15	468.254	178.445	LUIS ALBERTO VILLEGAS MONTOYA	0.10			DOMESTICO	
ILG423	464.704	180.670	MARIA SALOME GUTIERRES Y FERNA	0.70			DOMEST_RIEGO	
ILG448	467.354	177.945	TANGEI CHALET S.A	1.00			DOMESTICO	
ILG453	466.754	178.445	HOTELESRECREATIVOS, S.A.	4.00			TURISTICO	
ILG607	468.354	177.445	LA RECTA S.A.	1.00			DOMEST_RIEGO	
ILG617	466.554	179.045	ANTONIO VILLEGAS SALAZAR	2.00			INDUSTRIAL	
ILG619	466.454	178.695	CLARA MARIA ANGULO ESPINOZA	0.25			DOMESTICO	
ILG621	466.404	178.895	WILLIAM Y ALBIN VILLALOBOS VAS	0.10			DOMEST_RIEGO	
ILG800	468.454	176.570	CASTILLO DE ARENA S.A.	0.50			DOMESTICO	
Totales				**191.40**				

Capítulo B: Población y demanda de agua

1. Introducción

Para establecer la demanda de agua actual y futura, se parte de la estimación de la proyección del censo del año 2000, así como de estimaciones de la Encuesta de Ingresos y Gastos de Hogares del INEC, del análisis del consumo de agua del año 2007, a través de la facturación medida por el AyA en la ciudad de Jacó y de las mediciones de producción realizadas mensualmente por esa misma Institución durante el año 2007.

Sobre esta base se proyecta hasta el año horizonte 2030, considerando que el consumo de agua se comportará de una forma más racional en cuanto a las dotaciones per-cápita que existen en la actualidad, que son del orden de los 240 lppd. Esto se reflejará en una disminución de las mismas desde el punto de vista doméstico o residencial, debido primero a las políticas tarifarias y en una cobertura mayor de la micromedición hasta llegar al 100%.

De igual forma, se asume que para las otras categorías de consumo existentes – comercial (ordinaria), industrial (reproductiva), otros (preferencial y gobierno)-, tendrán un mismo comportamiento a lo largo del período de diseño, referenciadas al consumo residencial, debido también a los factores antes citados. Otros consumos, tales como la demanda de agua de la población flotante y las pérdidas, se incorporan dentro de los factores máximos donde se presenta pico de consumo o en el parámetro de la dotación en el caso de las pérdidas de agua, tal como se explica adelante.

En la situación actual del sistema, la estimación de los consumos resulta una tarea con cierta dificultad, debido a las diferencias de la facturación que existen mes a mes, del año 2006 al 2007, discrepancias que se desprenden de los datos suministrados por la Oficina Comercial del AyA en Jacó, en razón de que el sistema fue asumido por el AyA, tan solo hace dos años, y aunque en menor medida, existen todavía conexiones domiciliarias sin medidor que afectan en parte los consumos determinados a nivel promedio.

Con este escenario, la utilización de datos actuales se dificulta para proyectar el desarrollo de los sistemas, pero nos indica como es el comportamiento actual y de cómo será el futuro del sistema de abastecimiento de agua, basados en los datos de los consumos residenciales. De igual forma, los datos obtenidos del consumo ordinario y reproductivo, se ven distorsionados dado que en la actualidad, existen otras fuentes propias de estos usuarios como pozos, que no se contabilizan dentro de los consumos del AyA. Empero, para proyectar la demanda futura y el desarrollo de los sistemas, se han utilizado los datos de consumo del AyA, las mediciones de producción del AyA, así como el criterio y experiencia del consultor, para adaptar datos basados en otras condiciones, especialmente referidos a la dotación per-cápita, la cual incluye todos los usos, así como las pérdidas de agua del sistema.

Por otro lado, en las proyecciones se asume que las situaciones irregulares actuales serán corregidas como parte de los programas de optimización del sistema comercial y

operacional y que entonces, el sistema estará sujeto a dotaciones y comportamientos razonables.

2. Estudio de población actual y futura

2.1 Generalidades

El estudio de población está fundamentado en los datos del último censo de población del año 2000, así como los datos de la Encuesta de Ingresos y Gastos de Hogares del INEC, de los años 2004 y 2006, para el sector de Jacó Centro, según el área del estudio que se muestra en la Figura 4.1 del Capítulo A. Asimismo, se han considerado las proyecciones elaboradas por el mismo Instituto y algunas proyecciones de otras consultorías realizadas para el área del estudio, especialmente el estudio realizado en el año 2006, realizado por la consultora DEPPAT, para establecer el Plan Regulador de Jacó. De igual forma, se han considerado otras proyecciones como la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) y el Centro Centroamericano de Población (CCP).

Es de mencionar, que la siguiente evaluación no pretende ser un estudio demográfico en el sentido estricto, sino más bien un análisis de estimación de la población y su distribución espacial con base en al ordenamiento urbano general establecido por el Plan Regulador[9] de forma de establecer la distribución de la demanda de agua a lo largo del período de diseño en las zonas que son abastecidas por el sistema, con cierta reserva, a fin de determinar los elementos hidráulicos principales del sistema del alcantarillado sanitario tales como: colectores principales, pozos de registro, cámaras de bombeo y redes de recolección secundarias, y por supuesto los sistemas de tratamiento de aguas servidas como el prediseño de la disposición final.

En consecuencia, para la estimación total de la población del sistema, se ha utilizado la información contenida en el censo del 2000, y los datos de población del INEC de los años 2004 y 2006. Del mismo modo, se analizó la documentación contenida en el Plan Regulador en trámite de aprobación en la Municipalidad y entes reguladores, en lo referente a la aplicación de usos y densidades del suelo, del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU).

[9] Plan Regulador Urbano de la Ciudad de Jacó, DEPPAT, 2006

2.2 Población histórica y actual

La población de todo el sistema que es administrado por el AyA, de acuerdo con los censos y las encuestas mencionadas, -tal como se muestra en el Cuadro 2.2.1-, cuenta con datos propios de la ciudad de Jacó desde el año 2000, para las correspondientes proyecciones que se explican más adelante.

Como es de todos conocido, el crecimiento de la ciudad ha sido vertiginoso en los últimos años, debido al crecimiento turístico que se ha presentado en la costa del Pacífico del país, especialmente en la ciudad de Jacó, lo cual se manifiesta en la construcción de grandes edificios de apartamentos y de hoteles, de construcción de viviendas unifamiliares, en la apertura de centros comerciales y del comercio referido a servicios de atención a los turistas. Esta explosión demográfica, por llamarla de algún modo, ha establecido altos índices de crecimiento, fuera de lo normal en todo el país, que incluso supera tasas más allá del 5 al 7%: las cuales se pueden considerar como insostenibles, de no contar con adecuados sistemas de servicios públicos especialmente la recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas, que podrían provocar gran contaminación en los cuerpos de agua y la playa, con los consabidos problemas ambientales y de salud que esto conlleva.

Como se observa en el cuadro 2.2.1, la relación de la población ha aumentado en el sexenio (2000-2006) a una tasa anual de 4,2 %, como consecuencia del crecimiento antes anotado.

Cuadro 2.2.1: Datos de los censos de población y encuestas del INEC

Años		
2,000	**2,004**	**2,006**
6,371	7,511	8,103
	4.20%	**3.87%**

2.3 Proyecciones de población fija o residente

Se define como población fija o residente, aquella población que vive de forma permanente en la ciudad de Jacó, sea por motivos de que en ese lugar se ha desarrollado a lo largo de su vida y por ende todo el entorno familiar asociado, como aquella población que se establece, igualmente de forma permanente, por motivos de atracción de la zona, del clima, de negocios u otros motivos, que podría denominarse como la población inmigrante hacia Jacó.

Entonces, para establecer esta población fija, se ha considerado cómo ha crecido esta población en estos últimos años, especialmente desde el censo del 2000 donde se tiene un dato inicial, hasta los años 2004 y 2006, años en que obtuvo datos de población de las encuestas de hogares mencionados. A partir de estos datos se ha proyectado el crecimiento poblacional por diferentes métodos comúnmente utilizados para el cálculo

poblacional: aritmético, geométrico y logístico, considerando sólo las tasas de crecimiento compuesto de los últimos datos, como son: 2000, 2004 y 2006, que contienen datos de población de la ciudad de Jacó. Para el cálculo de la población de saturación, se ha tomado en cuenta densidades establecidas en el Plan Regulador Jacó (ver nota 1), con los criterios que ahí se consignan.

En el Anexo B.1 se muestra la metodología utilizada, los datos del censo y las encuestas antes dichas, para la ciudad de Jacó.

2.3.1 Población de diseño

2.3.1.1 Proyecciones de población

A partir de las proyecciones de la población, se determinó la población de diseño para toda el área del estudio, que se muestran el Anexo B.1, tomando en cuenta la curva de crecimiento más probable entre las estimaciones, según el criterio del Consultor y considerando los criterios de las estimaciones de población realizadas, especialmente del Plan Regulador (ver nota 1).

Es de señalar, que la metodología utilizada en este estudio, es la misma de las proyecciones de crecimiento del Plan Regulador, pero sin considerar las proyecciones logísticas, que se basa en poblaciones de saturación, en este caso considerando la zonificación de ese Plan Regulador, tal como se muestra en la Figura 2.3.1. Las otras proyecciones consideradas fueron realizadas por CCSS, por el CCP y la Dirección de Estudios y Proyectos del AyA.

De igual forma, es de puntualizar que estas proyecciones están dadas para todo el distrito de Jacó, que incluye Herradura y parte de otros lugares como Punta Leona, primero para las estimaciones de la población fija, así como la población flotante. Se ha considerado que la ciudad de Jacó propiamente dicha oscila entre el 70% al 80% de la población total del distrito, primero, correlacionando la cantidad de hoteles de la zona con respecto a los cuantificados por este estudio en la ciudad propiamente dicha, así como las conexiones residenciales existentes al año 2007, que sumaron 3038, la cual con un densidad de 3.5 a 3.7 personas por casa, determinada por el Plan Regulador, resultaría una población actual al año 2008 de unas 10,000 a 11,000 personas. Esta cifra tendría correspondencia con los datos iniciales de todas las proyecciones que se indican en los cuadros siguientes, 2.3.1 y 2.3.2.

Para las proyecciones más allá del año 2016, a fin de que el promedio no estuviera "sobreestimado" la población de diseño para este estudio, por el efecto de las proyecciones más altas, se verificó que no excediera una proyección de crecimiento compuesto con una tasa no mayor de 3%, en los últimos quinquenios antes de llegar al 2030.

NORTE

SIMBOLOGÍA DE PLAN REGULADOR		DENSIDAD SATURACIÓN UNIFAMILIAR Hab. x Ha	DENSIDAD SATURACIÓN MULTIFAMILIAR Hab. x Ha
	ZONA PUBLICA	0	0
	ZONA RESIDENCIAL TURISTICA ALTA DENCIDAD	800	100
	ZONA COMERCIAL TURISTICA COSTERA	900	100
	ZONA COMERCIAL TURISTICA INTERIOR	500	100
	ZONA COMERCIAL TURISTICA COSTANERA	800	200
	ZONA COMERCIAL TURISTICA RESTRINGIDA COSTANERA	600	200
	ZONA MIXTA RECIDENCIAL COMERCIAL TIPO A	400	100
	ZONA MIXTA RECIDENCIAL COMERCIAL TIPO B	300	100
	ZONA ESPANSIÓN URBANA MEDIA DENSIDAD	400	30
	ZONA RESIDENCIAL LOCAL DE ALTA DENSIDAD	250	15
	ZONA DE RENOVACIÓN URBANA	550	100
	ZONA INSTITUCIONAL A	0	0
	ZONA INSTITUCIONAL B	0	0
	ZONA INSTITUCIONAL C	0	0
	ZONA INSTITUCIONAL D	0	0
	ZONA DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE	60	50
	ZONA DE PROTECCIÓN	0	0
	ZONA ECOTURISTICA	0	0
	ZONA VERDE DE PARQUE ECOLOGICO	0	0
	ZONA MARITIMO TERRESTRE	0	0

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6° PUNTARENAS	CANTÓN: 11° GARABITO	DISTRITO: 1° JACO

SEINCO

HIDROTECNIA
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
ZONIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE JACÓ SEGÚN PLAN REGULADOR

ESCALA:	FECHA:	FIGURA:
INDICADAS	JUNIO 2008	B.2.3.1

En el Cuadro 2.3.1 se muestra el resultado de las proyecciones por diferentes métodos, hasta el año 2030, año meta del presente estudio. El promedio de estas proyecciones se compara con las otras proyecciones, Plan Regulador, CCSS y CCP, cuyo horizonte es el año 2016, tal como se indica en el Cuadro 2.3.2.

Para ambos cuadros se presenta las curvas proyectadas de forma gráfica, según las figuras 2.3.2 y 2.3.3.

Cuadro 2.3.1: Proyecciones de población según métodos hasta el año 2030

PROYECCION	2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Aritmética 2000 – 2004	8,651	9,221	10,646	12,071	13,496	14,921
Aritmética 2000 – 2006	8,680	9,258	10,701	12,144	13,588	15,031
Geométrica 2000 - 2004	9,413	10,378	13,245	16,904	21,574	27,535
Geométrica 2000 - 2006	10,154	11,409	15,268	20,433	27,344	36,592
Logística 2000 – 2004	11,011	11,925	14,518	17,603	21,241	25,486
Logística 2000 – 2006	10,143	10,969	13,311	16,095	19,379	23,217

Cuadro 2.3.2: Proyecciones de población, promedio y otras proyecciones hasta el año 2016

PROYECCION	2,008	2,010	2,015
Proyección CCP	11,284	12,036	17,216
Proyección CCSS	10,978	11,827	17,245
Proyección DEPPAT	10,926	13,220	21,290
Proyección AyA DEP	9,932	12,018	18,993
Promedio proyecciones Cuadro 2.3.1	9,675	10,527	12,948
Proyección Diseño	**10,559**	**11,925**	**17,538**

Figura 2.3.2: Proyecciones de población según métodos hasta el año 2030

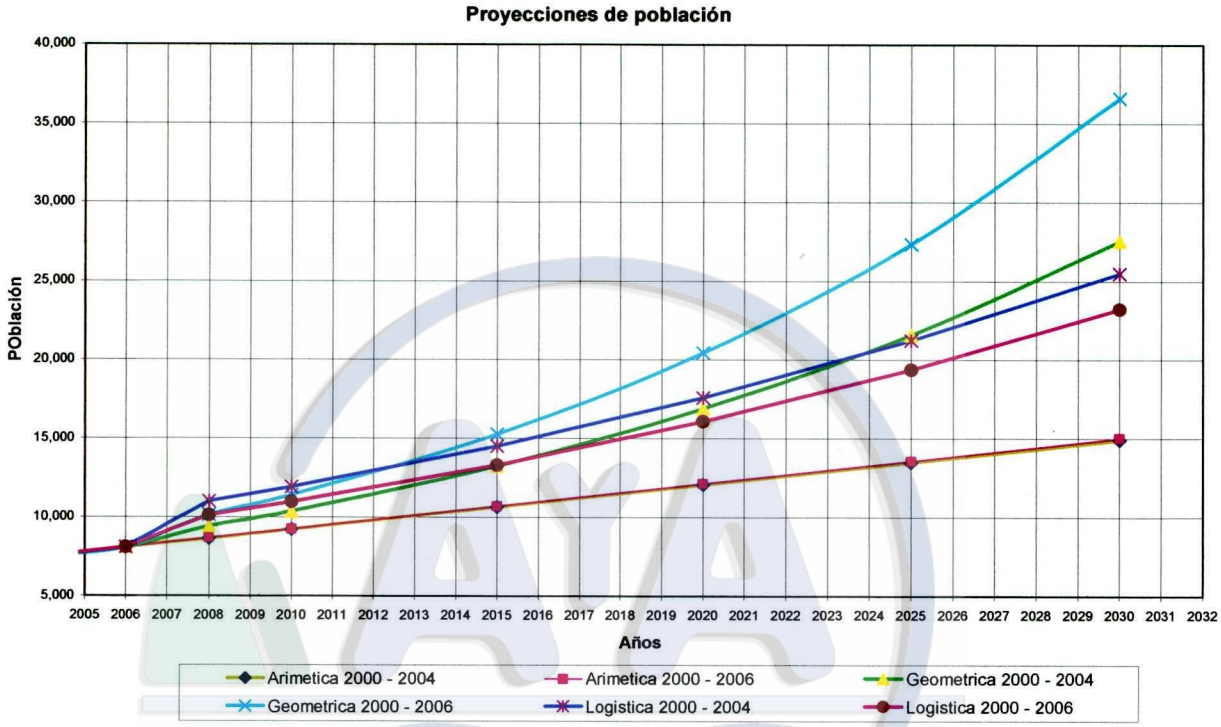
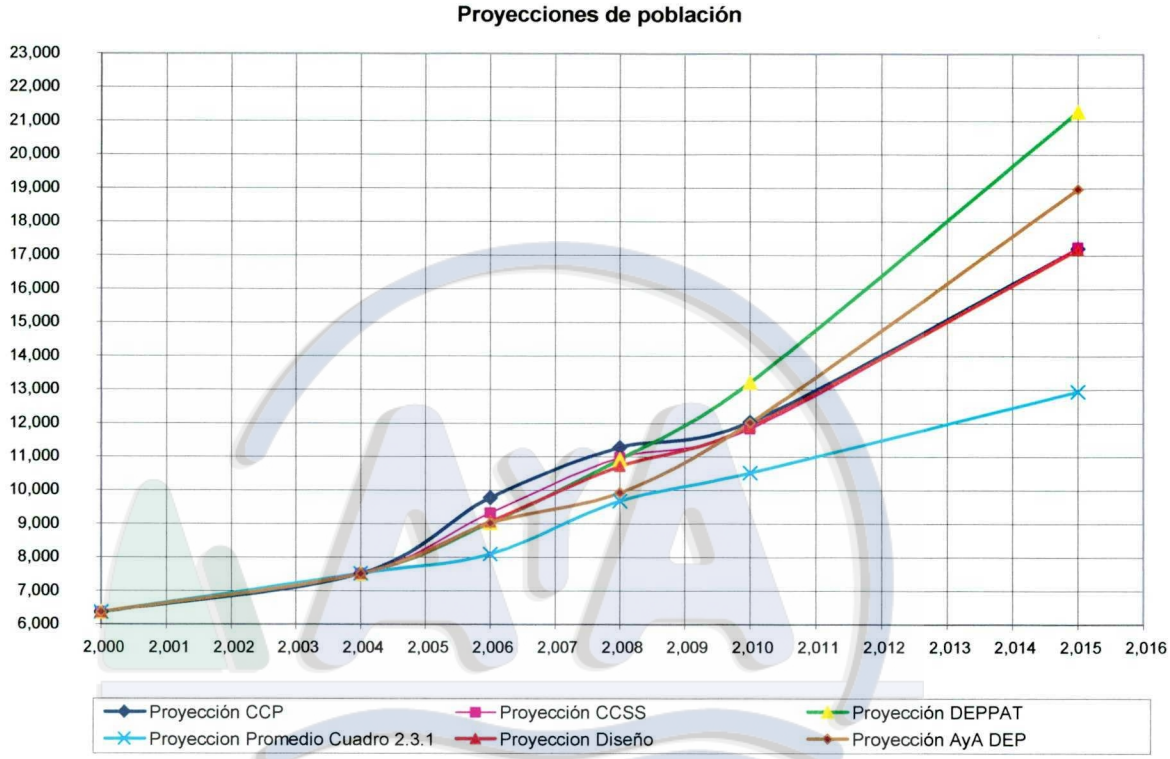


Figura 2.3.3: Proyecciones de población promedio y otras proyecciones hasta el año 2016



2.3.1.2 Población de diseño fija

Una vez efectuadas estas proyecciones y con el análisis de comparación con las otras proyecciones de población del área del estudio, se procedió a determinar la curva más probable de planificación, la cual se determinó tal como se muestra en el Cuadro 2.3.3.

De igual forma, como parte del análisis de esta proyección, se ha establecido una banda de proyecciones a este promedio, que se les ha denominado alta y baja. El objetivo de estas bandas, es igualmente establecer cómo sería el comportamiento de la demanda de agua, en caso de que no se cumplan los parámetros de crecimiento establecidos, y como esto podría afectar las obras propuestas a lo largo del período de diseño. En consecuencia, dentro del análisis de alternativas a realizar dentro de la fase correspondiente del estudio, la alternativa que se adapte mejor a estos posibles cambios será preferible a las demás, ya que estas variaciones no afectarán sobremanera las inversiones a realizar a lo largo del flujo de caja del proyecto.

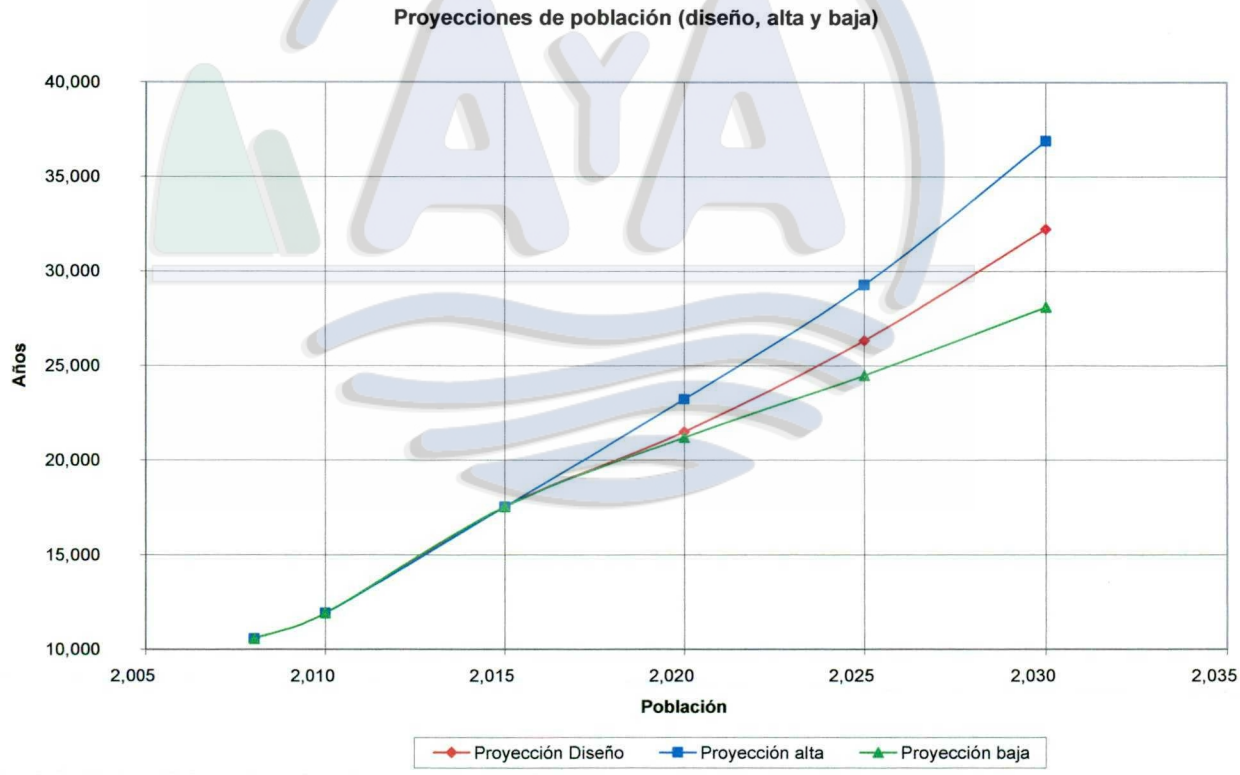
En el Cuadro 2.3.3 se muestra el resumen de estas proyecciones y en la figura 2.3.3 se muestra de forma gráfica. En el Anexo B.1 se presenta el cálculo de cada una de las proyecciones según la metodología que se ha explicado.

Cuadro 2.3.3: Proyección de población de diseño fija (diseño, alta y baja)

PROYECCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Proyección Diseño	10,559	11,925	17,538	21,503	26,328	32,233
Proyección alta	10,559	11,925	17,538	23,228	29,279	36,895
Proyección baja	10,559	11,925	17,538	21,202	24,501	28,108

Las tasas alta y baja, se han determinado según las proyecciones bajas y altas del Cuadro 2.3.1, asumiendo que hasta el año 2015, se tendrá la misma población, producto del promedio de las proyecciones de este estudio y las proyecciones dadas en otros estudios

Figura 2.3.3: Proyección de población de diseño fija (diseño, alta y baja)



Como se observa en el cuadro y la figura anterior, la población del día de hoy alcanza aproximadamente las 11,000 y llegará hasta los 32,000 habitantes en el año 2030, como población residente o fija, según se ha explicado con anterioridad.

2.4 Proyecciones de población flotante

2.4.1 Datos del Plan Regulador Urbano de la Ciudad de Jacó

En la actualidad este Plan se encuentra en la fase de aprobación por parte de la Municipalidad, pero cuyas proyecciones sobre la población flotante son válidas, dado que consideraron criterios basados en estudios de campo que la Consultora DEPPAT realizó en el distrito de Jacó, que incluye hasta el sector de Herradura.

2.4.1.1 Turistas de hoteles y cabinas

Para esta estimación, se utilizaron datos de entrada de turistas al país y se asumieron porcentajes, por medio de encuestas en el Aeropuerto Juan Santamaría, de cuál sería su destino final en el país. Estas encuestas arrojaron datos que para el sector de Jacó, de los turistas que entraron al país, llegarían a este sitio en el orden del 15 % de forma anual. De la misma forma, para el turismo nacional se asumió ese mismo porcentaje del 15 %, según proyecciones dadas por el Plan Nacional de Desarrollo Sostenible Turístico, cuyas estimaciones se presentan en el Cuadro 2.4.1., tomado del Plan Regulador[10].

Cuadro 2.4.1: Estimación de turistas a Jacó Cantón según Plan Regulador[11]

Año	Total turistas (1)
2006	462,450
2007	483,292
2008	505,084
2009	524,551
2010	545,002
2011	564,528
2012	588,347
2013	613,187
2014	639,503
2015	667,161
2016	696,311

(1) Turistas nacionales y extranjeros

Como se observa en el cuadro, se estima que anualmente al sector de Jacó, no solo la ciudad propiamente dicha, llegarían en el año 2008 unos 500,000 turistas, entre extranjeros y nacionales por año, lo que significa en promedio unos 1370 turistas por día, para el año 2008 y unos 700,000 en el año 2016, lo que resulta unos 2000 turistas

[10] Ver página 22 Plan Regulador de la Ciudad de Jacó, DEEPAT, 2006.

[11] Ver página 21 Plan Regulador de la Ciudad de Jacó, DEPAT, 2006

promedio diarios a lo largo del año, esto sin considerar el Pico Máximo de ocupación, el cual se explica mas adelante en este informe.

Empero, dentro de este mismo estudio del Plan Regulador, se aplicó otra metodología que consistió en establecer las habitaciones disponibles existentes, asumir un crecimiento de las mismas hasta el año 2016, que de acuerdo con los datos existentes de construcción sería del 7.5% anual hasta llegar al año 2016 de forma constante[12]. Para esto se utilizó el dato inicial de las habitaciones del año 2006 que poseía la Consultora DEPPAT tal como se muestra en el Cuadro 2.4.2.

Es de aclarar, que en este cuadro, las proyecciones del Plan Regulador fueron ajustadas con respecto al presente estudio, dado que en este solo se considera la Ciudad de Jacó y no toda el área del Plan Regulador. En este plan, como se apuntó anteriormente, considera el área de gran parte de Herradura.

De acuerdo con los datos suministrados del Plan Regulador y del Grupo de Hoteleros de la ciudad de Jacó, existían unas 900 habitaciones al año 2006, que significa el 50% de los datos del Plan Regulador. Sin embargo, como factor de seguridad, se propone un factor del 65% para realizar el ajuste mencionado, por lo cual para el año 2006, se tenía un promedio de habitaciones de 1,179 para una población flotante de unos 2,358 turistas hospedados, sea en hoteles o cabinas, tal como se indica en el Cuadro 2.4.2.

Cuadro 2.4.2: Proyección de turistas de hoteles en Jacó Ciudad

Año	Nº Promedio Diario Proyección Habitaciones (1)	Porcentaje de Plan Regulador y Estudio Actual	Nº Promedio Diario Proyección Habitaciones (2)	Nº Promedio Diario Proyección Turistas (2)	Tasa de crecimiento
2006	1,814	65%	1,179	2,358	
2007	1,895	67%	1,268	2,535	7.50%
2008	1,977	69%	1,363	2,725	7.50%
2009	2,057	71%	1,465	2,930	7.50%
2010	2,137	74%	1,575	3,149	7.50%
2011	2,214	76%	1,693	3,386	7.50%
2012	2,307	79%	1,820	3,639	7.50%
2013	2,405	81%	1,956	3,912	7.50%
2014	2,508	84%	2,103	4,206	7.50%
2015	2,616	86%	2,261	4,521	7.50%
2016	2,730	89%	2,430	4,860	7.50%

(1) Proyección Plan Regulador Urbano de Jacó

(2) Proyección presente estudio, según habitaciones existentes en ciudad Jacó

[12] Ver página 22 Plan Regulador de la Ciudad de Jacó, DEEPAT, 2006.

2.4.1.2 Turistas de temporada

Estos turistas se consideran aquellos que permanecen una temporada al año, especialmente en las épocas altas de turismo, que coinciden en el país en la época seca, que va desde diciembre hasta marzo e incluso más allá, dependiendo de la Semana Santa. Dentro del Plan Regulador, se consideró que las áreas residenciales (condominios, apartamentos o residencias) actualmente en uso en el año 2006 son alrededor de 1,465[13] para un promedio de unas 6,516 personas, que incluye el sector de Herradura. Asumiendo que estas personas tienen estadías de 3 a 4 meses al año, se podría asumir que el promedio anual diario de esta población sería de unos 2,172, a partir de año 2007, para toda el área del Plan Regulador.

En la actualidad no se tienen datos confiables de cómo sería el crecimiento para este tipo de construcciones. Dentro del Plan Regulador se asumió un crecimiento de un 30% anual en los primeros años para los próximos 2 años, luego lo disminuyen al 15% para los próximos dos años, luego 10% en los próximos tres años, hasta llegar a un crecimiento del 5% también en los últimos tres años, tal como se muestra en el Cuadro 2.4.3, lo cual parece aceptable si se analizan los datos actuales de construcción que nos fueron suministrados por el señor Juan Carlos Rodó, Gerente General del hotel Best Western Jacó Beach.

Empero, al igual que el cálculo de turistas de hoteles, y dado que los datos iniciales del Plan Regulador incluyen Herradura, se procedió a aplicar el mismo porcentaje con base en los turistas de hoteles a los turistas de temporada, tal como se muestra en el Cuadro 2.4.3, del cual se podrían esperar que los turistas de temporada crezcan desde las 1,453 a las 5,122 personas, promedio anual de los años 2008 al 2016. Para efectos de la demanda de servicios, la afluencia de turistas sería en la época alta y que además, se presenta una ocupación total de los apartamentos totales, es decir, que las personas podrían llegar hasta las 15,365 en ese mismo período.

[13] Página 9 del Plan Regulador de la Ciudad de Jacó, DEEPAT, 2006

Cuadro 2.4.3: Proyección de turistas de temporada

Año	Total Estimado (1)	% Crecimiento	Porcentaje de Plan Regulador y Estudio Actual	Total Estimado anual (2)	Total Estimado máximo (2)
2006	-	-	-	-	-
2007	2,172	30%	67%	1,453	4,358
2008	2,824	30%	69%	1,946	5,838
2009	3,247	15%	71%	2,312	6,937
2010	3,734	15%	74%	2,752	8,255
2011	4,108	10%	76%	3,141	9,422
2012	4,518	10%	79%	3,564	10,692
2013	4,970	10%	81%	4,043	12,128
2014	5,219	5%	84%	4,376	13,127
2015	5,480	5%	86%	4,735	14,206
2016	5,754	5%	89%	5,122	15,365

(1) Proyección Plan Regulador Urbano de Jacó
(2) Proyección presente estudio, según habitaciones existentes en ciudad Jacó

2.4.1.3 Personal de trabajo (trabajadores pendulares)

Como parte de todo el desarrollo urbano-comercial que actualmente se presenta, se requieren de varios tipos de trabajadores, desde la misma construcción hasta los empleados de hoteles y del comercio mismo. Para esto, los datos que suministra el Plan Regulador, se estima una población de unas 3.000 personas que proceden de lugares vecinos, además de las personas que habitan en la misma ciudad de Jacó. Esta cifra se obtiene de la oferta de empleo que se estableció en ese Plan Regulador, para las diferentes actividades que se desarrollan en actualidad, descartando las actividades de agricultura, caza y minería, dado el carácter urbano de la ciudad.

En el Cuadro 2.4.4, se muestra la proyección del Plan Regulador para este tipo de trabajadores y como se aprecia en el mismo la tasa de crecimiento empieza a disminuir cerca de los años 2015 y 2016. Es de esperar que esta cifra se mantenga constante a partir de esos años, dado que los trabajadores de construcción serán sustituidos por otros, en actividades que se volverán permanentes tales como: hoteles, restaurantes, instituciones, etc.

Cuadro 2.4.4: Proyección de trabajadores

Año	Total según Plan Regulador (1)	Tasa de crecimiento anual	Total según presente estudio (2)
2006	3,047		2,438
2007	3,146	3.25%	2,517
2008	3,239	2.96%	2,591
2009	3,324	2.62%	2,659
2010	3,401	2.32%	2,721
2011	3,466	1.91%	2,773
2012	3,517	1.47%	2,814
2013	3,551	0.97%	2,841
2014	3,564	0.37%	2,851
2015	3,553	-0.31%	2,842
2016	3,514	-1.10%	2,811

(1) Proyección Plan Regulador Urbano de Jacó

(2) Proyección presente estudio, solamente para la Ciudad de Jacó (factor 80%), dada la dinámica de la ciudad con respecto a toda el área del Plan Regulador

2.4.1.4 Visitantes de fines de semana

Para este tipo de turistas, que no permanecen en la ciudad todo un día, se estima que podría ascender desde las 3,000 a las 5,000 personas, que bien podrían consumir agua o no, según las actividades que realicen estos visitantes. Según la información del Plan Regulador, se han presentado conciertos en Jacó a los cuales han asistido unas 50,000 personas, por lo cual se estima que un 10% de ellas utiliza los sistemas de agua en algún momento de su estadía. Por otro lado, es de esperar que estos visitantes podrían crecer a tasas similares a los turistas de hoteles, entre un 5 % anual y luego disminuir paulatinamente, por lo cual se les aplicó estos mismos índices. En el Cuadro 2.4.5 se muestra el crecimiento de estos visitantes para los años 2008 hasta el año 2016.

2.4.2 Resumen de las proyecciones de la población flotante

Dado que las proyecciones del presente estudio son hasta el año 2030, se procedió a extender las mismas hasta el año 2030, siguiendo las siguientes premisas de crecimiento:

- El crecimiento después del año 2015-2016 tendrá una tasa menor e irá disminuyendo hasta llegar al 2% anual
- Estas tasas de crecimiento serán para todas las poblaciones flotantes antes descritas, a partir del año 2015.

En el Cuadro 2.4.5 se muestra el resumen de estas proyecciones para cada una de las poblaciones flotantes

Cuadro 2.4.5: Proyección de la población flotante hasta el año 2030

Año	VISITANTES	TURISTAS HOTELES	TURISTA-RESIDENTE TEMPORAL	TRABAJADORES PENDULARES	TOTAL FLOTANTE
2006	5,000	2,358	0	2,438	9,796
2007	5,250	2,535	4,358	2,517	14,660
2008	5,525	2,725	5,838	2,591	16,680
2009	5,801	2,930	6,937	2,659	18,327
2010	6,091	3,149	8,255	2,721	20,216
2011	6,396	3,386	9,422	2,773	21,976
2012	6,716	3,639	10,692	2,814	23,861
2013	7,051	3,912	12,128	2,841	25,933
2014	7,404	4,206	13,127	2,851	27,588
2015	7,774	4,521	14,206	2,842	29,344
2016	8,124	4,860	15,365	2,842	31,192
2017	8,449	5,055	15,980	2,842	32,326
2018	8,745	5,232	16,539	2,842	33,358
2019	9,007	5,389	17,035	2,842	34,273
2020	9,232	5,523	17,461	2,842	35,059
2021	9,417	5,634	17,810	2,842	35,703
2022	9,605	5,746	18,167	2,842	36,361
2023	9,797	5,861	18,530	2,842	37,031
2024	9,993	5,979	18,901	2,842	37,715
2025	10,193	6,098	19,279	2,842	38,412
2026	10,397	6,220	19,664	2,842	39,124
2027	10,605	6,345	20,057	2,842	39,849
2028	10,817	6,471	20,459	2,842	40,589
2029	11,033	6,601	20,868	2,842	41,344
2030	11,254	6,733	21,285	2,842	42,114

2.5 Proyección de población total

Luego de la determinación de las dos poblaciones, tanto fija como flotante, se determinó la población total que se aprecia en el Cuadro 2.5.1, del cual se desprende que la población fija tendrá un aumento desde las 8.103 personas hasta las 32.233 para el año 2030. De igual forma, para la población flotante (ver Cuadro 2.4.5) se muestra que la misma crecerá desde los 9.238 visitantes hasta los 35.450 en el año 2030. En resumen, el total de la población (fija+flotante), tendrá un crecimiento desde 17.899 personas hasta 74.347 en el año 2030.

Cuadro 2.5.1: Proyección de población total

Año	RESIDENTES PERMANENTES	TURISTAS HOTELES	TURISTA-RESIDENTE TEMPORAL	TRABAJADORES PENDULARES	VISITANTES	TOTAL
2006	8,103	2,358		2,438	5,000	17,899
2007	9,331	2,535	4,358	2,517	5,250	23,991
2008	10,559	2,725	5,838	2,591	5,525	27,239
2009	11,242	2,930	6,937	2,659	5,801	29,569
2010	11,925	3,149	8,255	2,721	6,091	32,141
2011	13,218	3,386	9,422	2,773	6,396	35,193
2012	14,510	3,639	10,692	2,814	6,716	38,371
2013	15,802	3,912	12,128	2,841	7,051	41,735
2014	17,095	4,206	13,127	2,851	7,404	44,683
2015	17,538	4,521	14,206	2,842	7,774	46,882
2016	18,228	4,860	15,365	2,842	8,124	49,419
2017	18,917	5,055	15,980	2,842	8,449	51,243
2018	19,606	5,232	16,539	2,842	8,745	52,964
2019	20,295	5,389	17,035	2,842	9,007	54,568
2020	21,503	5,523	17,461	2,842	9,232	56,562
2021	22,288	5,634	17,810	2,842	9,417	57,991
2022	23,073	5,746	18,167	2,842	9,605	59,434
2023	23,858	5,861	18,530	2,842	9,797	60,889
2024	24,643	5,979	18,901	2,842	9,993	62,358
2025	26,328	6,098	19,279	2,842	10,193	64,740
2026	27,218	6,220	19,664	2,842	10,397	66,342
2027	28,109	6,345	20,057	2,842	10,605	67,958
2028	29,000	6,471	20,459	2,842	10,817	69,589
2029	29,891	6,601	20,868	2,842	11,033	71,235
2030	32,233	6,733	21,285	2,842	11,254	74,347

3. Demanda actual

En esta sección se estudia la demanda actual de agua, para a partir de ella, en la sección siguiente, considerando la proyección de población arriba seleccionada, tanto fija como la flotante, proyectar también la demanda hasta el año 2030, año horizonte del proyecto.

3.1 Cobertura del sistema y de medición

De acuerdo con los datos suministrados por AyA, se obtuvo que la cobertura del sistema es de un 100%, pero sin determinar las fuentes propias que poseen, principalmente los hoteles y los comercios de mayor envergadura. De igual forma, la

cobertura de micromedición con respecto a la población servida de la totalidad del sistema, corresponde al 98 %, es decir, que tan solo el 2% es conexión fija.

3.2 Demanda residencial

3.2.1 Dotación medida

De acuerdo con la facturación residencial del AyA, se calculó el promedio mensual del año 2007 de 30.9 m3/mes por conexión residencial, - y asumiendo una densidad de 3.8 personas por cada conexión-, resulta una dotación de 267 lppd[14], como promedio ponderado de la categoría de facturación residencial, tal como se muestra en el Cuadro3.2.1.

Cuadro 3.2.1.: Dotación residencial

Mes	Categoría Residencial		
	M3	Conexiones	Promedio
Enero	30,849	2,610	12
Febrero	69,929	2,499	28
Marzo	102,850	2,562	40
Abril	117,106	2,726	43
Mayo	85,460	2,713	32
Junio	78,322	2,830	28
Julio	86,679	2,824	31
Agosto	187,635	3,028	62
Septiembre	66,867	2,993	22
Octubre	74,486	3,042	24
Noviembre	76,302	3,031	25
Diciembre	74,062	3,045	24
Promedio	**87,546**	**2,825**	**30.9**

De acuerdo con estos datos, la dotación residencial está dentro de los parámetros normales de consumo intra-domiciliar para los estándares del país, alrededor de 200 a 220 lppd, según las facturaciones del Acueducto Metropolitano de San José. Con esta dotación doméstica promedio, se concluye que la gran mayoría de los domicilios domésticos de Jacó se comportan de forma diferente a la mayor parte del país, en correspondencia con la zona costera como es en este caso, donde el uso del agua es un poco mayor.

Este valor de dotación promedio del sistema, aplicado a la población actual medida, da como resultado el valor del consumo residencial, tal como se muestra en el Cuadro 3.2.2.

[14] Se determina Dotación =(30.9*1000)/(30.5 días*3.8 personas)

3.2.2 Dotación residencial no medida

Como se ha comprobado en varios estudios en Costa Rica y diversas partes de América Latina, en los sectores donde no existe micromedición se produce un consumo excesivo dado que no se tiene un control del gasto del agua. La relación de consumo de estas conexiones, respecto al consumo de aquellas que cuentan con medidor, varía entre 1,5 a 3 veces, según sea las condiciones del servicio, tales como: presiones, continuidad del servicio entre otros factores.

Para fines del presente cálculo y dado que no existen estudios sobre este tema en el sistema de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Jacó, se consideró que un factor de 2, obtenido en estudios dentro del Acueducto Metropolitano de San José y otros acueductos del AyA, sería adecuado para el cálculo presente de esta demanda de agua. En todo caso, el porcentaje sin micromedición es de apenas un 2%, lo cual no es significativo por lo que la dotación no medida sería del orden de 533 lppd y su demanda 1 l/seg, según se muestra en el Cuadro 3.2.2.

Cuadro 3.2.2.: Demanda residencial

DESCRIPCION	2008
POBLACION PROYECTADA	10559
COBERTURA	98%
POBLACION SERVIDA	10348
PORCENTAJE CON MEDICION	98%
PORCENTAJE SIN MEDICION	2%
POBLACION SERVIDA CON MEDICION	10141
POBLACION SERVIDA SIN MEDICION	207
DEMANDA DOMESTICA	
DOTACION MEDIDA LPPD	267
DEMANDA DOMESTICA MEDIDA L/S	31
DEMANDA DOMESTICA NO MEDIDA	
DOTACION LPPD	533
DEMANDA DOMESTICA NO MEDIDA L/S	1
DEMANDA TOTAL DOMESTICA L/SEG	33
DOTACION PROMEDIO DOMESTICA LPPD	272

3.3 Demanda no residencial

Los consumos no residenciales, -esto es-, ordinario (comercial), reproductivo (industrial), preferencial y gobierno (otros), en ciudades convencionales, sin actividades industriales o de otra índole especiales, son un porcentaje

aproximadamente constante en el tiempo, -independiente del número de sus habitantes- del consumo residencial.

En el Cuadro 3.3.1 se muestra la composición porcentual de la facturación del AyA del año 2007, por tipo de consumo: residencial, ordinario, reproductivo y otros.

Cuadro 3.3.1: Distribución mensual del consumo facturado del AyA y porcentaje con respecto al consumo residencial

Mes	Categoría				Total
	Residencial	Ordinario	Reproductiva	Otros	
Marzo	102,850	8,147	35,042	205	146,244
Abril	117,106	13,233	44,471	856	175,666
Mayo	85,460	10,210	29,012	475	125,157
Junio	78,322	8,609	31,177	503	118,611
Julio	86,679	8,478	24,427	1,908	121,492
Agosto	187,635	9,265	34,156	2,365	233,421
Septiembre	66,867	7,421	21,586	1,823	97,697
Octubre	74,486	8,168	25,684	1,422	109,760
Noviembre	76,302	8,878	28,014	1,883	115,077
Diciembre	74,062	10,291	25,713	1,436	111,502
Totales	**94,977**	**9,270**	**29,928**	**1,288**	**135,463**
% Porcentaje	**70%**	**7%**	**22%**	**1%**	**100%**
% Respecto Residencial	**100%**	**10%**	**32%**	**1%**	

Estos porcentajes, corresponden a la facturación total de marzo a diciembre del 2007, dado que los meses de enero y febrero los datos suministrados no corresponden a la realidad, pero se relacionan con el consumo residencial de la siguiente forma: consumo ordinario es el 10% del consumo residencial, en tanto que los consumo reproductivo es el 32% y otros el 1%.

Estos son los valores que se aplican, para estimar la demanda no residencial actual, según se muestra en el Cuadro 3.3.2. Como se observa en el cuadro, el caudal resultante es unos 13.4 l/seg. Entonces, la suma del consumo residencial (33l/seg) y no residencial (13,4), prácticamente corresponde al consumo facturado del año 2007, que asciende a los 47 l/seg, que se explica más adelante.

Cuadro 3.3.2: Demanda actual del consumo residencial y no residencial

DESCRIPCION	2008
DEMANDA NO RESIDENCIAL	
DEMANDA ORDINARIA	
% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	10%
DEMANDA COMERCIAL L/S	3
DEMANDA REPRODUCTIVA	
% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	32%
DEM. INDUSTRIAL L/SEG	10
DEMANDA OTROS	
% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	1%
DEMANDA OFICIAL L/SEG	0.4
TOTAL NO RESIDENCIAL L/SEG	13.4

3.4 Balance de agua, pérdidas físicas y otros usos indeterminados

3.4.1 Generalidades

Este es el componente más difícil de estimar por cuanto no puede cuantificarse mediante mediciones directas. Prácticamente, el porcentaje se estima como la diferencia de los consumos estimados anteriormente menos el total de la producción.

Debe aclararse además, -para evitar confusiones-, que este componente no corresponde al agua no contabilizada o no facturada. Esto por cuanto el agua no facturada, incluye también gastos importantes que son consumos y no son pérdidas físicas, sino pérdidas comerciales.

Dentro de estas pérdidas comerciales, se mencionan los consumos en exceso de los servicios sin medidor, respecto a los estimados para facturar -incluyendo cierto nivel de fugas intradomiciliares- y los consumos de usuarios no registrados o clandestinos, consumos que están considerados dentro de las estimaciones calculadas según los párrafos precedentes, ya que éstas se basan en dotaciones que se aplican a la totalidad de la población cubierta por el sistema, independientemente de cómo se facture.

Las pérdidas físicas corresponden, por lo tanto, a volúmenes de agua que no se consumen en los usos previstos, e incluye básicamente: fugas en las redes y reboses de tanques y robos de agua para uso diferente al establecido para el sistema de agua, tal como reparto (robo) de agua no autorizado.

Las pérdidas físicas, deben entonces ser estimadas con base en parámetros del comportamiento del consumo y por diferencia respecto a otros componentes conocidos o de mejor estimación.

3.4.2 Balance del agua producida y del consumo estimado

La producción actual del sistema ha sido establecida mediante mediciones de caudal realizadas por el AyA en sus informes mensuales, que se produce de las fuentes de agua existentes, que corresponden a la captación de la Quebrada La Bruja afluente del Río Copey y la incorporación de tres pozos de producción contra la red. La captación de la quebrada posee una producción de unos 60 l/seg y los tres pozos de 84 l/seg, como producción máxima.

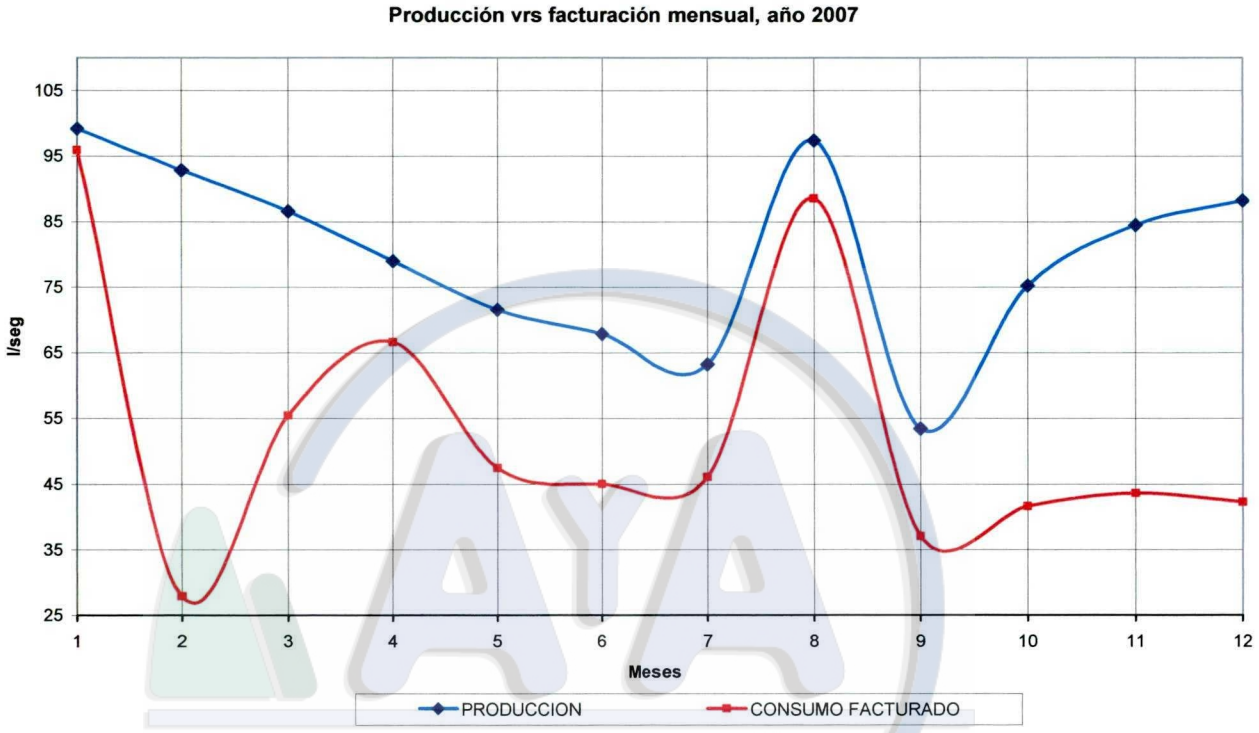
Cabe mencionar que el sistema de agua potable en la actualidad no posee una red de distribución adecuada y no existe sistema de almacenamiento, por lo cual, se considera que la producción promedio determinada para el año 2007 de 80 l/seg (ver Cuadro 3.4.1) es válida para los fines del presente cálculo, que no detalla las variaciones de las fuentes de agua a lo largo del año ni mucho menos, períodos de retorno de producción de las fuentes de agua, dado que lo que se requiere es determinar la demanda de agua en el período más crítico, el cual es cuando exista la mayor demanda por los picos estacionales y se presente la demanda pico flotante de forma simultánea.

Con base en los datos del Cuadro 3.4.1, incluyendo los dos meses de enero y febrero, el cual muestra el consumo de agua del año 2007, se obtiene el balance que se muestra en la Figura 3.4.1

Cuadro 3.4.1: Producción vrs facturación, mensual del año 2007

Mes	Producción l/seg	Facturación 2007
ENERO	99	95.9
FEBRERO	93	28.0
MARZO	87	55.5
ABRIL	79	66.7
MAYO	72	47.5
JUNIO	68	45.0
JULIO	63	46.1
AGOSTO	97	88.6
SETIEMBRE	53	37.1
OCTUBRE	75	41.7
NOVIEMBRE	85	43.7
DICIEMBRE	88	42.3

Figura 3.4.1 Balance mensual 2007 (producción–consumo facturado mensual)



3.4.3 Pérdidas de agua y otros usos

Las pérdidas totales -Agua No Contabilizada (ANC)-, determinadas con base en la información de producción y consumo presentado en el inciso anterior y del Cuadro 3.4.1, que se resume de forma anual en el Cuadro 3.4.2, podrían ascender al 41% del total de la producción del año 2007. Dentro del ANC, se incluye -además de las pérdidas físicas- otros usos no justificados o no determinados, entre los cuales se mencionan: robo de agua para uso no convencional, usos operacionales y errores por sub-registro del sistema de micromedición.

Cuadro 3.4.2.: Resumen del balance de agua (año 2007)

Componente		Caudal (l/s)	% Respecto a producción
Producción promedio del año 2007		80	100%
Categoría	Residencial medido	30	38%
	Consumo residencial no medido	1	2%
	Consumo ordinario	3	4%
	Consumo reproductivo	10	12%
	Consumo otras categorías	0.4	1%
	Consumo otros usos 3%	2	2%
	Total consumo	47	59%
Pérdidas y otros usos indeterminados ANC		33	41%

Como se observa, el ANC del sistema es el 41%, donde se incluyen todas las pérdidas, tanto comerciales como físicas. Dentro de las comerciales podrían atribuirse al error de micromedición, casi despreciable, ya que, además de que generalmente es pequeño, en este caso la cobertura de micromedición en la totalidad del sistema es alta (98 %). Los usos operacionales, normalmente se calculan entre el 1% y el 3% de la producción o más. Por lo tanto, unos 2 l/seg actualmente podría corresponder a "otros usos", alrededor del 3% de la producción actual, que incluso no entran al sistema y se pierden en las plantas de tratamiento o líneas de conducción.

Por las evaluaciones de los componentes del ANC, se estima que las pérdidas físicas corresponden al 50% del ANC, por lo que las mismas serían del orden del 20 al 25% de la producción actual, para este caso en particular de Jacó. Reiteramos, que esta estimación de pérdidas físicas es tan solo para equilibrar la producción total de agua entrando al sistema, pero que el volumen señalado como facturado es una estimación con base en los datos de la unidad de comercialización del AyA de Jacó, que bien podría ser menor y por tanto el porcentaje de fugas ser menor, incluso alcanzar valores del 30%. Para fines del presente estudio se ha considerado el 25% de pérdidas físicas para este año 2008, disminuyendo hasta el 20% en el año 2030, tal como se explica en el apartado 4.8 de este Capítulo B.

3.5 Demanda y factores de demanda máxima

3.5.1 *Factor de demanda máxima diaria*

El sistema de abastecimiento, debe estar en capacidad de suministrar la demanda máxima diaria, esto es, la demanda del día de mayor consumo, la cual es obviamente, superior que la demanda promedio.

Se requiere entonces, conocer la variación diaria de la demanda durante un periodo de al menos un año.

Se efectuó un análisis de la información de producción diaria reportada por AyA en sus sistemas de suministro, año 2007, el cual se muestra en el Cuadro 3.5.1. De este análisis se observa una razón entre el mes de mayor producción y el promedio, que es de 1.24, por lo cual se estima que la demanda máxima diaria sería superior a esta cifra de 1.24.

Cuadro 3.5.1: Producción mensual l/seg año 2007

Mes	Producción l/seg	Factor respecto promedio
ENERO	99	1.24
FEBRERO	93	1.16
MARZO	87	1.08
ABRIL	79	0.99
MAYO	72	0.90
JUNIO	68	0.85
JULIO	63	0.79
AGOSTO	97	1.22
SETIEMBRE	53	0.67
OCTUBRE	75	0.94
NOVIEMBRE	85	1.06
DICIEMBRE	88	1.10
Promedio	**80**	

Se ha observado en otros estudios, en zonas tropicales -sin variaciones significativas de la temperatura- en América Latina así como en San José, valores de la relación del día de mayor demanda respecto al promedio, del orden de 1.1 a 1.15. En este proyecto, se propone asumir un factor de demanda máxima diaria de 1.30 sobre la demanda total pero sin las perdidas físicas, tal como lo establecen las normas del AyA, en La Gaceta del día Miércoles 26 de Setiembre del 2001, para este tipo de proyectos y aún más en este caso donde la variación mensual es de 1.24. Las pérdidas no dependen de la hora de consumo, por lo que el factor de demanda máxima diaria no las debe afectar y solo debe aplicarse al consumo real.

La siguiente ecuación, contiene el factor a aplicar al consumo sin pérdidas, que origina un factor de 1.4 sobre la demanda total:

$$1{,}30*0{,}75(\text{demanda sin pérdidas}) + 0{,}25\ (\text{pérdidas}) = 1{,}225$$

Por lo que el factor máximo diario a aplicar sobre la demanda sin considerar las pérdidas, es de 1.3 y 1.225 si se consideran las pérdidas.

3.5.2 Factor de demanda de hora máxima

De igual forma que el anterior parámetro, se ha considerado el factor de las normas del AyA, el cual es de 2.25 del caudal promedio diario. Por tanto, la ecuación anterior se aplica de la misma forma, por lo que obtenemos lo siguiente:

1,6*0,75 (demanda sin pérdidas) + 0,25 (pérdidas) = 1.45

Por lo que el factor máximo horario a aplicar sobre la demanda sin considerar las pérdidas, es de 1.6 y de 1.45 si se consideran las pérdidas.

4. Proyección de la demanda de agua

La demanda futura de agua se ha proyectado, sin considerar en primera instancia las pérdidas del sistema de agua potable, es decir, la demanda de agua que ingresa a los domicilios y que retornará al sistema del alcantarillado como aguas servidas. Esta demanda de agua se determina a partir de los datos anteriores sobre la demanda actual, tomando en cuenta la cobertura del sistema, la cobertura de la micromedición, un decrecimiento moderado de la dotación doméstica (medida y no medida), la demanda de la población flotante en su factor máximo (pico) como su contribución en la demanda promedio según se explica a continuación de forma desglosada para períodos cada cinco años.

4.1 Proyección de la demanda residencial

La proyección de la demanda residencial resulta de multiplicar las dotaciones –según tenga o no micromedidor- por la población servida por el sistema, según se observa en las filas 1 a 15 del Cuadro 4.1.

Sobre estos parámetros, para realizar la proyección se propone lo siguiente:

- La cobertura del sistema del AyA, alcanzará al final del periodo de planificación 99% en el año 2030 (Ver fila 2 del Cuadro 4.1.).
- El porcentaje de micromedición, se mantendrá en el 98% (ver filas 4 y 5 del Cuadro 4.1).
- La población total crecerá de acuerdo con la proyección de diseño seleccionada en este capítulo (fila 1).
- La dotación doméstica con medidor decrecerá desde los 267 lppd, hasta los 220 lppd al final del periodo de diseño (fila 9), sea por mejoras en la gestión comercial y/o aumento de las tarifas de agua.
- El factor que multiplica la dotación sin medidor por la dotación con medidor, será constante a lo largo de todo el período, e igual al valor estimado actualmente de 2, resultando así los valores de la demanda sin medidor (filas 12 y 13).

- La demanda total doméstica proyectada, se muestra en la fila 14, y la dotación ponderada –considerando los usuarios con y sin medidor-, en la fila 15, del Cuadro 4.1.

Cuadro 4.1: Proyección de la demanda residencial de la población fija en l/seg

FILAS	DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
1	**POBLACION PROYECTADA**	10559	11925	17538	21503	26328	32233
2	COBERTURA	98%	98%	98%	99%	99%	99%
3	**POBLACION SERVIDA**	10348	11698	17243	21190	26004	31911
4	PORCENTAJE CON MEDICION	98%	98%	98%	98%	98%	98%
5	PORCENTAJE SIN MEDICION	2%	2%	2%	2%	2%	2%
6	POBLACION SERVIDA CON MEDICION	10141	11464	16899	20766	25484	31273
7	POBLACION SERVIDA SIN MEDICION	207	234	345	424	520	638
8	**DEMANDA DOMESTICA**						
9	DOTACION MEDIDA LPPD	267	262	252	241	231	220
10	DEMANDA DOMESTICA MEDIDA L/S	31	35	49	58	68	80
11	**DEMANDA DOMESTICA NO MEDIDA**						
12	DOTACION LPPD	533	525	504	482	461	440
13	DEMANDA DOMESTICA NO MEDIDA L/S	1	1	2	2	3	3
14	**DEMANDA TOTAL DOMESTICA L/SEG**	33	36	51	60	71	83
15	**DOTACION PROMEDIO DOMESTICA LPPD**	272	268	257	246	235	224

4.2 Demanda no residencial y de otros usos

Para la demanda no residencial, -esto es-, ordinaria, reproductiva y otros[15], se asume que el porcentaje mantendrá un crecimiento proporcional al de la demanda residencial, manteniendo los mismos factores de relación actuales, que se definieron en párrafos anteriores, definida como la demanda promedio no residencial.

Además, se asume que la demanda no residencial también se afectará proporcionalmente, según aumente la cobertura y la dotación, y cambien los porcentajes de micromedición en el sistema.

Los datos, cálculos y demandas resultantes, se presentan en las filas 16 a la 25 del siguiente Cuadro 4.2, donde se muestra la demanda ordinaria (comercial), la reproductiva (industrial), la demanda de otras categorías (gobierno y preferencial).

[15] Las categorías ordinaria, reproductiva y otros, se refieren al consumo de los hoteles, comercio en general, bares y oficinas, así como al consumo de las instituciones públicas.

Dentro de este mismo concepto, se incluyen la demanda de otros usos del agua, que se un 3% debido a usos del agua para las plantas de tratamiento, hidrantes, lavado de parques, etc, se mantendrán igual a lo largo del período de diseño año 2030.

Cuadro 4.2: Proyección de la demanda no residencial y otros usos de la población fija en l/seg

FILAS	DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
16	**DEMANDA ORDINARIA (COMERCIAL)**						
17	% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	10%	10%	10%	10%	10%	10%
18	DEMANDA COMERCIAL L/S	3	4	5	6	7	8
19	**DEMANDA REPRODUCTIVA (HOTELES)**						
20	% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	32%	32%	32%	32%	32%	32%
21	DEM. INDUSTRIAL L/SEG	10	11	16	19	22	26
22	**DEMANDA OTROS (GOBIERNO Y PREFERNCIAL)**						
23	% CON RESPECTO CONSUMO RESIDENCIAL	1%	1%	1%	1%	1%	1%
24	DEMANDA OFICIAL L/SEG	0.4	0.5	1	1	1	1
25	**OTROS USOS DEL AGUA**						
26	% CON RESPECTO A DEMANDA TOTAL	3%	3%	3%	3%	3%	3%
27	OTROS USOS (L/SEG)	2	2	3	3	4	4
28	**TOTAL NO RESIDENCIAL L/SEG**	16	18	25	29	34	40

4.3 Demanda población flotante

4.3.1 Población flotante y dotaciones

La población se estableció con anterioridad, según los datos del Cuadro 2.5.1, a lo largo del período de diseño.

Para estimar la demanda de la población flotante, se han considerado las siguientes dotaciones, asumiendo que el consumo sería similar al consumo residencial, expuesto anteriormente.

4.3.1.1 Dotaciones de turistas de hotel

De acuerdo con las normas para este tipo de turistas de hotel, se considera que las dotaciones para estas instalaciones son del orden de los 500 litros por cama, lo que equivaldría a unos 400 litros por huésped, considerando que las habitaciones son de una o dos camas por habitación. La justificación de esta dotación se debe hay que considerar los consumos de los otros servicios que poseen los hoteles como restaurantes, piscinas, riego de jardines, el de los trabajadores del hotel, mayor uso del agua en tinas y baños, etc.

Si consideramos, que la dotación residencial es del orden de los 267 lppd, el consumo por turista sería un 50% mayor, lo cual se considera normal para este tipo de instalaciones. En resumen, se asume que un turista consume en su estadía diaria unos 400 litros, es decir un 50% de más que una persona residente del sistema. Esta dotación se mantendrá constante a lo largo del período de diseño, dada la capacidad de pago de esta población flotante.

4.3.1.2 Dotaciones de turistas de temporada

Para este tipo de turista de temporada se ha considerado que las dotaciones serán un 20% mayores que la población fija residencial[16], es decir, 272x1.2=326 lppd para el año 2008, dado que tendrá las mismas actividades que una persona residente en cuanto al uso del agua se refiere, lavado de ropa, uso de agua diario doméstico, pero con piscinas, riego de jardines o autos. Las dotaciones de esta población se mantendrán constantes a los largo del período de planificación, tal como se aprecia en el Cuadro 4.3

4.3.1.3 Dotaciones de trabajadores pendulares

Para este dotación se ha considerado, que estas personas en su mayoría no permanecen en la ciudad todo el día, que algunas se regresan en la noche a su domicilios fuera de la Ciudad de Jacó, por lo que el uso del agua es menor que una persona residente residencial. Para los fines del presente cálculo se estima que estas personas permanecen entre las 14 a 18 horas al día en Jacó, tomando en cuenta las tres jornadas de trabajo, que se presenta en las actividades del comercio y hotelera. Se ha considerado que el consumo de estas personas será de un 40% del consumo residencial fijo, cuya dotación residencial es de 272 lppd, de la cual resulta que la dotación de estos trabajadores pendulares sea de unos 109 lppd, cifra que se mantedrá constante a lo largo del período de planificación, hasta el año 2030, tal como se observa en el Cuadro 4.3.

4.3.1.4 Dotaciones de los visitantes

Este tipo de visitantes se han considerado como aquellos que utilizan los comercios tales como restaurantes, oficentros, centros comerciales, y el comercio en general, el cual, de acuerdo con las normas del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias del CFIA, se estima que el consumo de estos visitantes es de unos 50 a 100 lppd. Para los propósitos de la presente estimación se ha considerado utilizar 100 lppd, principalmente por las razones que estos visitantes utilizan baños, inodoros, lavado de manos, que en las zonas costeras tiene mayor uso y se mantendrá constante a lo largo del período de diseño, según se aprecia en el Cuadro 4.3

[16] Incluye los no medidos

4.3.2 Demanda de agua población flotante

En consecuencia, la demanda de agua de la población flotante resulta de la multiplicación de las proyecciones de esta población en cada de una las cuatro categorías, por la dotación asignada anteriormente, tal como se muestra en el Cuadro 4.3, de las filas 26 a la 42.

Como se observa en el Cuadro 4.3, la última fila muestra la demanda Pico de la Población Flotante, que se determina de la resta de la totalidad de la Demanda Flotante, menos lo contabilizado en la Demanda No Residencial Fija (Ordinaria+Reproductiva), filas 18 y 21, del Cuadro 4.2, dado que la mayor parte de la demanda flotante se refiere a los comercios y la industria hotelera.

Cuadro 4.3: Proyección de la demanda de la población flotante en l/seg

FILAS	DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
26	**POBLACION FLOTANTE**	16605	20216	29344	35059	38412	42114
27	VISITANTE DIARIO	5525	6091	7774	9232	10193	11254
28	TURISTAS	2725	3149	4521	5523	6098	6733
29	TEMPORADISTAS	5838	8255	14206	17461	19279	21285
30	TRABAJADORES	2517	2721	2842	2842	2842	2842
31	**DOTACION POBLA. FLOTANTE**						
32	VISITANTE DIARIO	100	100	100	100	100	100
33	TURISTAS HOTELES	400	400	400	400	400	400
34	TEMPORADISTAS	326	326	326	326	326	326
35	TRABAJADORES	109	109	109	109	109	109
36	**DEMANDA POBLACION FLOTANTE L/SEG**						
37	VISITANTE DIARIO	6	7	9	11	12	13
38	TURISTAS	13	15	21	26	28	31
39	TEMPORADISTAS	22	31	54	66	73	80
40	TRABAJADORES	3	3	4	4	4	4
41	**TOTAL DEMANDA FLOTANTE L/SEG**	44	56	87	106	116	128
42	**PICO DEMANDA FLOTANTE L/SEG (FILAS (41-18-21)) (1)**	31	41	66	81	87	94

(1) Los valores (41-18-21) se refiere a las cifras de la fila 41 de este Cuadro 4.3 y 18 y 21 a las cifras de las filas correspondientes del Cuadro 4.2 anterior.

4.4 Demanda promedio sin pérdidas de agua

La demanda promedio del sistema, se determina para establecer las demandas máximas diaria y horaria, que se explican en apartado a continuación, de la siguiente forma:

- Demanda promedio fija es la suma de la demanda residencial y no residencial, filas 14 y 28 de los Cuadros 4.1 y 4.2, respectivamente, tal como se aprecia en la fila 44 del Cuadro 4.4.
- Demanda promedio de la población flotante que contribuye para estos efectos es la siguiente. Por ejemplo, los visitantes de fines de semana y los trabajadores pendulares no contribuyen a la demanda promedio, dado que la misma se cuantifica en la facturación de las categorías ordinarias y reproductivas, que se explicó con anterioridad, según las filas 18 y 21 del Cuadro 4.2. De igual forma, los turistas de hoteles, poseen esta misma característica (demanda reproductiva), en razón de que se ha cuantificado en la demanda no residencial medida.
- Por tanto, la única población flotante que contribuye a esta demanda promedio, es la población de temporada, dado que la misma tiene estadías como mínimo de 4 meses al año.
- En conclusión la demanda promedio de la población flotante se define como: la demanda de la población temporadista dada en la fila 39 dividida entre 3, dada la permanencia de los 4 meses al año, que se muestra en la fila 45del Cuadro 4.4

En el Cuadro 4.4, se muestra la proyección de la demanda promedio a lo largo del período de diseño.

Cuadro 4.4: Proyección de la demanda promedio en l/seg

FILAS	DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
43	POBLACION TOTAL RESIDENTE Y FLOTANTE	26953	31914	46587	56249	64417	74025
44	DEMANDA PROMEDIO DIARIA FIJA (L/SEG)	48.3	53.7	76.0	89.4	104.8	122.6
45	DEMANDA PROMEDIO TEMPORALES (L/SEG)	7.4	10.4	17.9	22.0	24.3	26.8
46	DEMANDA PROMEDIO TOTAL	56	64	94	111	129	149

4.5 Demandas máximas

Las demandas -máxima diaria y máxima horaria-, resultan de la multiplicación de la demanda promedio por sus correspondientes factores, que se indicaron anteriormente, más el pico de la demanda flotante, sin considerar las pérdidas físicas, aspecto que se considera para los sistemas de agua potable. Estos valores se observan en las filas 51 a la 54 del Cuadro 4.5

Cuadro 4.5: Proyección de las demandas máximas sin pérdidas en l/seg

FILAS	DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
47	FACTOR DE DEMANDA MAXIMA DIARIA	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
48	FACTOR DE DEMANDA MAXIMA HORARIA	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
49	DEMANDA MAXIMA DIARIA (L/SEG) (1)	72	83	122	145	168	194
50	DEMANDA MAXIMA HORARIA (L/SEG) (2)	89	103	150	178	206	239
51	DEMANDA TOTAL M DIARIA FIJA + PICO FLOTANTE (3)	103	125	188	226	255	288
52	DEMANDA TOTAL M HORARIA + (PICO FLOTANTE)X1.4 (4)	132	160	243	291	329	371

(1) Resulta de la multiplicación de la fila 46 del Cuadro 4.4 por el factor 1.3

(2) Resulta de la multiplicación de la fila 46 del Cuadro 4.4 por el factor de 1.6

(3) Resulta de la suma de los valores de la fila 49 de este Cuadro 4.5 más los valores de la fila 42 del Cuadro 4.3

(4) Resulta de la suma de los valores de la fila 50 de este Cuadro 4.5 más los valores de la fila 42 del Cuadro 4.3 multiplicados por el factor 1.4

En consecuencia, que la demanda total máxima diaria del sistema, es la suma de los valores de la demanda máxima diaria más el pico de la demanda flotante, es decir, es el día de mayor consumo.

Empero, para la demanda máxima horaria total del sistema, el pico de la demanda flotante sufre variaciones a lo largo del día y se produce un máximo horario, es decir, que esta demanda deberá multiplicarse por el factor 1.4, que se pondera de las dotaciones para esta población que se explica en el Cuadro 4.6, de la siguiente forma:

- En la dotación de los visitantes diarios, se incluye en la misma, la demanda máxima horaria, dado que generalmente se produce en las horas pico del día, es decir, a la hora del desayuno, el almuerzo, o la hora de la comida o cena.
- La dotación de los turistas, se considera como promedio diario y por tanto estaría sometida a las variaciones horarias del día.
- De igual forma, la dotación de los temporadistas presenta la misma situación que los turistas, dado que es población que se comporta como la población residente.
- En la dotación de los trabajadores pendulares, por lo general esta población la consume a lo largo del día, al igual que los visitantes, sea que la misma se presente en la mañana, a medio día o en la tarde a la hora de salida. Es más frecuente que este consumo se presente a esta última hora, por lo que la variación es poco probable.

Cuadro 4.6: Ponderación de los factores máximos horarios de la población flotante, según dotación asignada

DESCRIPCION	DOTACION LPPD	FACTOR	DOTACION PONDERADA LPPD
VISITANTE DIARIO	100	1	100
TURISTAS HOTELES	400	1.6	640
TEMPORADISTAS	326	1.6	522
TRABAJADORES	109	1	109
TOTALES	**935**		**1371**
FACTOR PONDERADO		**1371/935**	**1.47**

4.6 Resumen de la demanda de agua sin pérdidas

En el Cuadro 4.7 se muestra el resumen de la población según las diferentes categorías y las demandas de agua, que se han explicado con anterioridad, donde se observa que la demanda máxima diaria sin pérdidas de todo el sistema de agua potable, tendrá un crecimiento desde los 105 l/seg en la actualidad hasta los 290 l/seg para el año 2030. En cuanto a esta demanda máxima horaria, sin pérdidas de agua, la demanda será desde los 134 l/seg en el 2008, hasta 373 l/seg para el año 2030.

Cuadro 4.7: Resumen de las proyecciones de población y demanda de agua en l/seg

DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
PROYECCIONES DE POBLACIÓN						
POBLACIÓN FIJA	**10559**	**11925**	**17538**	**21503**	**26328**	**32233**
POBLACIÓN FLOTANTE	**16605**	**20216**	**29344**	**35059**	**38412**	**42114**
VISITANTE DIARIO	5525	6091	7774	9232	10193	11254
TURISTAS	2725	3149	4521	5523	6098	6733
TEMPORADISTAS	5838	8255	14206	17461	19279	21285
TRABAJADORES	2517	2721	2842	2842	2842	2842
POBLACION TOTAL	**27164**	**32141**	**46882**	**56562**	**64740**	**74347**
PROYECCIONES DEMANDA DE AGUA l/seg						
DEMANDA PROMEDIO FIJA	56	64	94	111	129	149
DEMANDA MAXIMA DIARIA FIJA	72	83	122	145	168	194
DEMANDA MAXIMA HORARIA FIJA	89	103	150	178	206	239
DEMANDA PICO FLOTANTE	31	41	66	81	87	94
DEMANDA MAXIMA DIARIA + PICO FLOTANTE	103	125	188	226	255	288
DEMANDA MAXIMA HORARIA + PICO FLOTANTE x 1.4	132	160	243	291	329	371

4.7 Proyecciones de la demanda alta y baja

Con el fin de visualizar las proyecciones anteriores, definidas como la de diseño, se ha considerado cuantificar la demanda de agua para las proyecciones de población que se han determinado como alta y baja en las secciones precedentes (ver Cuadro 2.3.3). La utilidad de esta comparación, es determinar cual de las alternativas que se planteen más adelante en el estudio, puedan adaptarse mejor a dichos cambios del crecimiento de la población. Esta suposición se basa en que quizás el crecimiento de la zona de Jacó decrezca por razones económicas (recesión en los Estados Unidos de América) o por eventos naturales imprevisibles en estos momentos.

En el Cuadro 4.8 y la Figura 4.8, se muestran estas proyecciones de la demanda máxima horaria de agua sin pérdidas, donde se observa que las diferencias oscilan desde los 354 l/seg para la proyección baja, hasta los 394 lts/seg para la proyección alta., para el año 2030. Aquella de las soluciones que se visualicen dentro del análisis de alternativas, como las más aptas para este tipo de cambios en la demanda, tendrán preferencia para adaptarlas como favorables.

Cuadro 4.8: Proyecciones de la demanda máxima diaria (sin pérdidas) según escenarios, diseño, alto y bajo en l/seg

Escenarios	Descripción	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Diseño o planificación	Población total diseño (1)	27,164	32,141	46,882	56,562	64,740	74,347
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	291	329	371
Escenario bajo	Población total baja (1)	27,164	32,141	46,882	56,261	62,913	70,222
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	292	322	354
Escenario alto	Población total alta (1)	27,164	32,141	46,882	58,287	67,691	79,010
	Demanda máxima horaria + flotante+sin perdidas (l/seg)	132	160	243	302	345	394

(1) Ver Cuadro 2.3.3, proyecciones de población diseño, baja y alta

4.8 Determinación de las pérdidas físicas del sistema de agua potable

Para determinar las pérdidas físicas del sistema, se toma en cuenta la demanda promedio del sistema. Tal como se explicó con anterioridad, estas pérdidas podrían oscilar alrededor del 25% de esta demanda promedio. Empero, se asume que con las

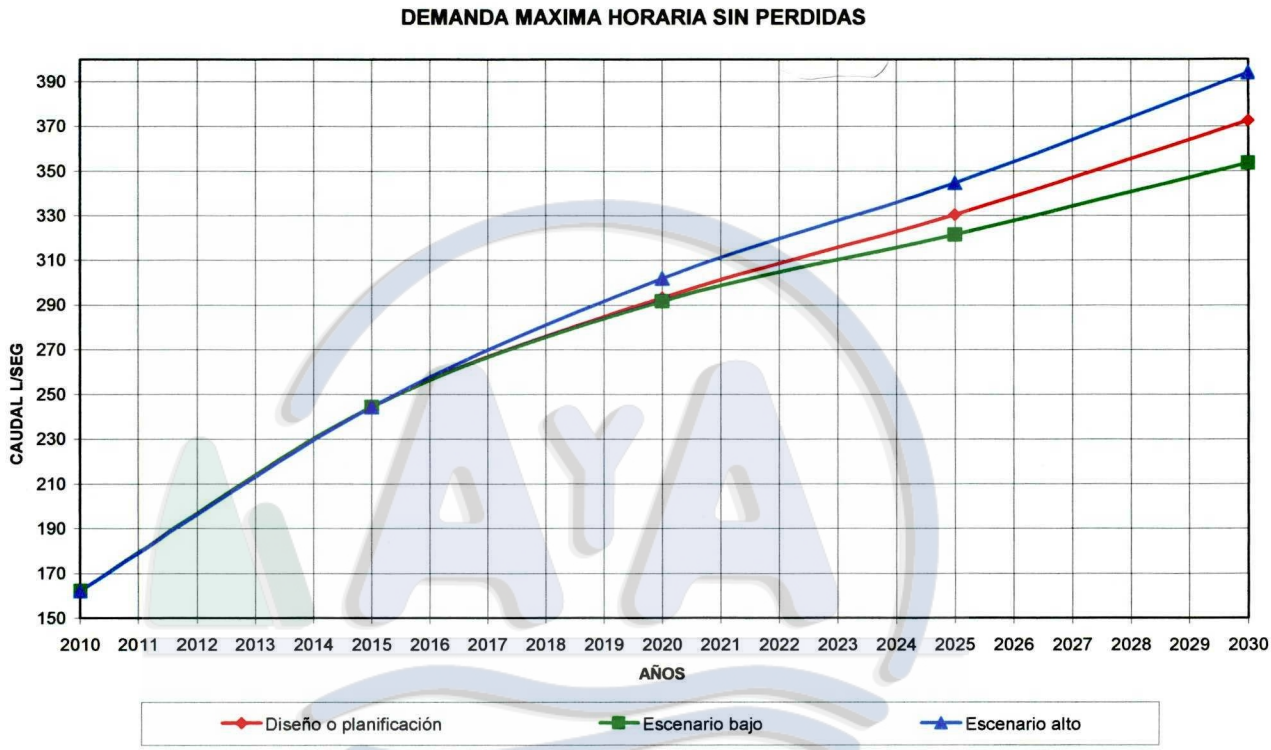
mejoras físicas que deberán implementarse en el sistema de agua potable, a través de un Proyecto de Optimización de Sistemas, coadyuvada con una mejor gestión de la operación y el mantenimiento, con la futura aplicación de programas de control y pérdidas físicas, el porcentaje actual estimado del 25% de pérdidas que éstas representan con respecto a la producción promedio total del sistema, disminuirán hasta el 20 % del año meta.

Con base en la demanda promedio, dada en la fila 46 del Cuadro 4.4, se obtiene entonces las pérdidas físicas en el sistema de agua potable, tal como se muestra en el Cuadro 4.9 a lo largo del período de planificación, donde se muestra que la misma disminuye desde el 25% en la actualidad hasta el 20% en el año 2030, de acuerdo con los supuestos antes dichos.

Cuadro 4.9: Proyección de las pérdidas de agua en el sistema de abastecimiento

DESCRIPCION	2008	2010	2015	2020	2025	2030
PERDIDAS FISICAS						
DEMANDA PROMEDIO SIN PERDIDAS (ver fila 45 Cuadro 4.4)	55.7	64.1	93.8	111.3	129.0	149.4
% CON RESPECTO A DEMANDA TOTAL	25%	25%	23%	22%	20%	20%
PERDIDAS FISICAS EN L/SEG	18.6	21.4	28.0	31.4	32.3	37.4
DEMANDA PROMEDIO DIARIA TOTAL (L/SEG) (con pérdidas)	74.2	85.5	121.9	142.8	161.3	186.8

Figura 4.8: Proyecciones de la demanda máxima diaria (sin pérdidas) según escenarios, diseño, alto y bajo



Capítulo C: Análisis de caudales máximos y mínimos de las quebradas y ríos de la Ciudad de Jacó

1. Introducción

En este Capítulo se expone el análisis para la estimación de los caudales mínimos y máximos, en varios sitios sobre las quebradas y ríos que desembocan en Playa Jacó. En ninguno de estos cauces se tienen aforos y por lo tanto los resultados que se van a presentar en este informe deben comprobarse con mediciones en el campo, especialmente durante la época seca.

La estación fluviográfica más cercana a estos sitios es la 26-01 El Rey, sobre el río Grande de Candelaria, propiedad del Instituto Costarricense de Electricidad y tiene información desde el 30 de mayo de 1963. Actualmente está funcionando y tiene un registro de 44 años completos.

El registro de caudales mínimos y máximos de la estación 26-01 El Rey se va a utilizar como base para la estimación de los caudales en los sitios de estudio. Los sitios a estudiar son los siguientes:

- Quebrada Bonita abajo, quebrada Bonita intermedia y quebrada Bonita arriba conocida también como quebrada Mona.
- Quebrada Doña María arriba y abajo
- Río Copey arriba y abajo
- Quebrada Seca que es afluente del río Naranjal y río Naranjal arriba y abajo.

En la figura C.1.1 de este Capítulo se presenta un mapa con la ubicación de estos sitios.

Debido a las restricciones por parte del ICE sobre el uso de la información, no se publican en este informe los valores de los caudales en la estación 26-01 El Rey sino que sólo los datos trasladados a los diferentes sitios de estudio.

2. Áreas de interés

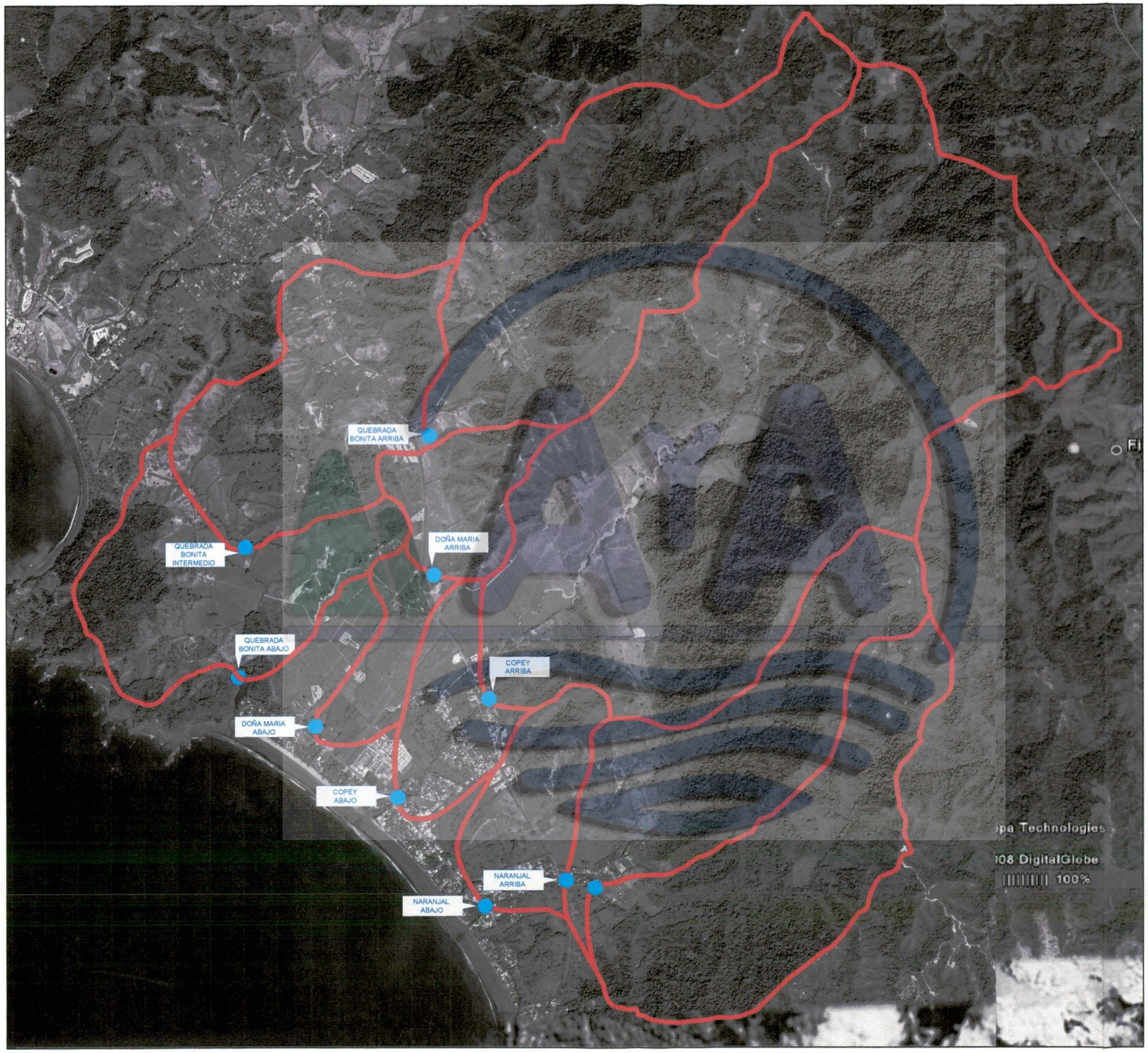
En el Cuadro 2.1 se muestran las áreas de interés que han sido usadas en las estimaciones de los caudales.

Cuadro 2.1: Áreas y localización hasta las tomas

Río o Quebrada	ÁREA EN KM^2	ELEVACIÓN EN M.S.N.M.	LATITUD NORTE	LONGITUD ESTE
Quebrada Bonita arriba (Q. Mona)	6.61	40.00	399.776	394.368
Quebrada Bonita intermedia	10.55	20.00	398.804	392.617
Quebrada Bonita abajo	13.92	10.00	397.643	392.712
Quebrada Doña María arriba	1.34	20.00	398.558	394.413
Quebrada Doña María abajo	2.25	5.00	397.098	393.393

Río o Quebrada	ÁREA EN KM^2	ELEVACIÓN EN M.S.N.M.	LATITUD NORTE	LONGITUD ESTE
Río Copey arriba	15.67	10.00	397.445	394.892
Río Copey abajo	17.06	5.00	396.420	394.167
Quebrada Seca	5.32	20.00	395.721	395.780
Rio Naranjal arriba	9.40	20.00	395.835	395.550
Río Naranjal abajo	11.02	5.00	395.728	394772

NORTE



PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6ª PUNTARENAS	CANTÓN: 11ª GARABITO	DISTRITO: 1º JACO

SEINCO

HIDROTECNIA
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
UBICACIÓN DE SITIOS DE INTERÉS PARA DETERMINACIÓN DE CAUDALES MÍNIMOS Y MÁXIMOS DE LAS QUEBRADAS Y RÍOS DE JACÓ

ESCALA:	FECHA:	FIGURA:
INDICADAS	JUNIO 2008	C.1.1

3. Análisis de caudales mínimos en las quebradas Bonita y Doña María, Río Copey y Río Naranjal

La estación base para el cálculo de los caudales mínimos es la estación 26-01 El Rey, por lo tanto el análisis hecho en esta estación es válido para las diferentes sitios de análisis, dados en el cuadro anterior, cuyos valores serán estimados mediante una relación de sus respectivas áreas de drenaje.

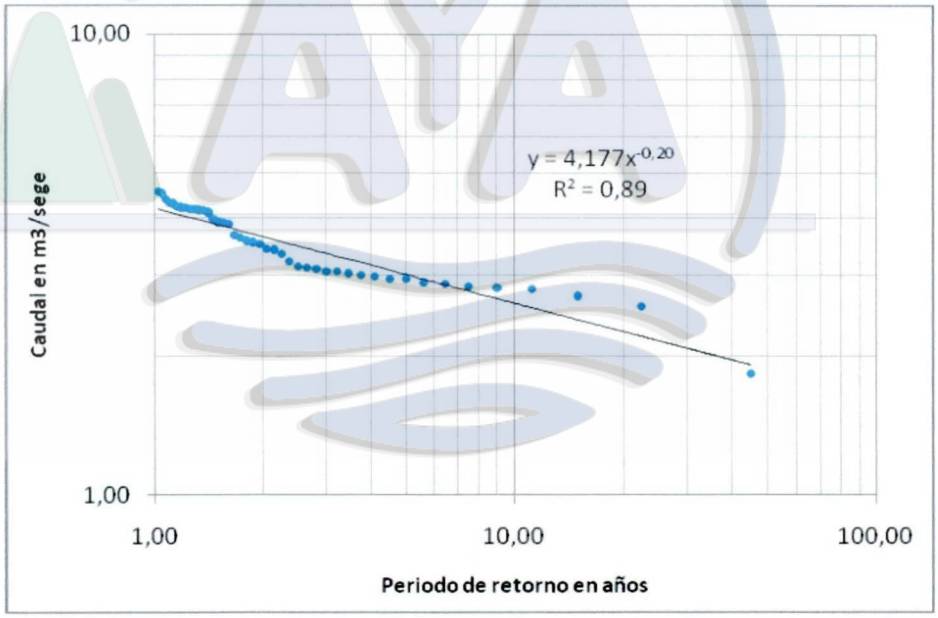
Los caudales mínimos se graficaron según la fórmula de Weibull y se determinó que la curva según la regresión potencial es la que mejor se ajusta. En la figura 3.1 se muestra este ajuste.

Se puede observar que R2 = 0.89 y la ecuación es Qmin = 4.177* Tp -0.20

FIGURA 3.1

ESTACIÓN 26-01 EL REY

GRÁFICO DE CAUDALES MÍNIMOS DIARIOS ANUALES



3.1 Quebrada Bonita

Para la Quebrada Bonita se utilizaron los siguientes datos:

Cuadro 3.1.1:

ÁREAS Y FACTORES DE TRASLADO DE LA QUEBRADA BONITA

	Est. 26-01 El Rey	Q. Mona	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo
Área en km2	661.4	6.61	10.55	13.92
Fact. Tras. =	1.000	0.010	0.016	0.021

Estos factores se aplicaron al análisis hecho en la estación 26-01 El Rey y se obtuvieron los resultados de los Cuadros 3.1.2 y 3.1.3.

Cuadro 3.1.2: CAUDALES MÍNIMOS DE LA QUEBRADA BONITA LITROS / SEGUNDO

Año	Q. Mona	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo	m	Q. Mona ordenado	Q. Bonita arriba ordenado	Q. Bonita abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
63-64	35	55.8	73.7	1	18.3	29.2	38.5	2.22	45
64-65	36.9	62.2	82.1	2	25.6	40.8	53.9	4.44	22.5
65-66	35.5	56.6	74.7	3	27	43.1	56.8	6.67	15
66-67	41.5	66.2	87.3	4	27.9	44.5	58.7	8.89	11.25
67-68	29.3	46.7	61.7	5	28.1	44.8	59.1	11.11	9
68-69	43	68.6	90.5	6	28.3	45.1	59.6	13.33	7.5
69-70	42.2	67.3	88.8	7	28.6	45.6	60.2	15.56	6.43
70-71	45.4	72.4	95.6	8	28.8	45.9	60.6	17.78	5.63
71-72	41.7	66.5	87.8	9	29.3	46.7	61.7	20	5
72-73	31.2	49.8	65.7	10	29.3	46.7	61.7	22.22	4.5
73-74	28.6	45.6	60.2	11	29.7	47.4	62.5	24.44	4.09
74-75	41	65.4	86.3	12	29.9	47.7	62.9	26.67	3.75
75-76	45	71.8	94.7	13	30.2	48.2	63.6	28.89	3.46
76-77	29.3	46.7	61.7	14	30.5	48.7	64.2	31.11	3.21
77-78	25.6	40.8	53.9	15	30.5	48.7	64.2	33.33	3
78-79	42	67	88.4	16	30.9	49.3	65	35.56	2.81

Año	Q. Mona	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo	m	Q. Mona ordenado	Q. Bonita arriba ordenado	Q. Bonita abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
79-80	28.1	44.8	59.1	17	31	49.4	65.2	37.78	2.65
80-81	30.3	48.2	63.6	18	31.2	49.8	65.7	40	2.5
81-82	42.8	68.3	90.1	19	32	51	67.3	42.22	2.37
82-83	38.8	61.9	81.7	20	33.2	53	69.9	44.44	2.25
83-84	36.5	58.2	76.8	21	34	54.2	71.6	46.67	2.14
84-85	41.3	65.9	86.9	22	34.1	54.4	71.8	48.89	2.05
85-86	35.3	56.3	74.3	23	35	55.8	73.7	51.11	1.96
86-87	30.9	49.3	65	24	35.3	56.3	74.3	53.33	1.88
87-88	30.5	48.7	64.2	25	35.5	56.6	74.7	55.56	1.8
88-89	30.5	48.7	64.2	26	36	57.4	75.8	57.78	1.73
89-90	41.9	66.8	88.2	27	36.5	58.2	76.8	60	1.67
90-91	43.8	69.9	92.2	28	38.7	61.7	81.4	62.22	1.61
91-92	29.9	47.7	62.9	29	38.8	61.9	81.7	64.44	1.55
92-93	27.9	44.5	58.7	30	39	62.2	82.1	66.67	1.5
93-94	28.3	45.1	59.6	31	39.6	63.2	83.3	68.89	1.45
94-95	34	54.2	71.6	32	41	65.4	86.3	71.11	1.41
95-96	39.6	63.2	83.3	33	41.3	65.9	86.9	73.33	1.36
96-97	38.7	61.7	81.4	34	41.5	66.2	87.3	75.56	1.32
97-98	36	57.4	75.8	35	41.6	66.4	87.6	77.78	1.29
98-99	29.7	47.4	62.5	36	41.7	66.5	87.8	80	1.25
99-00	41.6	66.4	87.6	37	41.9	66.8	88.2	82.22	1.22
00-01	28.8	45.9	60.6	38	42	67	88.4	84.44	1.18
01-feb	18.3	29.2	38.5	39	42.2	67.3	88.8	86.67	1.15
02-mar	27	43.1	56.8	40	42.8	68.3	90.1	88.89	1.13
03-abr	32	51	67.3	41	43	68.6	90.5	91.11	1.1
04-may	34.1	54.4	71.8	42	43.8	69.9	92.2	93.33	1.07
05-jun	31	49.4	65.2	43	45	71.8	94.7	95.56	1.05
06-jul	33.2	53	69.9	44	45.4	72.4	95.6	97.78	1.02

Cuadro 3.1.3:

CAUDALES MÍNIMOS DE LA QUEBRADA BONITA EN LITROS / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Q. Mona	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo
1.01	41.7	66.5	87.7
1.25	39.9	63.7	84.1
2.00	36.3	58.0	76.5
5.00	30.3	48.3	63.7
10.00	26.3	42.0	55.5
20.00	22.9	36.6	48.3
25.00	21.9	35.0	46.2
50.00	19.1	30.5	40.2
75.00	17.6	28.1	37.1

3.2 Quebrada Doña María

Para la Quebrada Doña María se utilizaron los siguientes factores:

Cuadro 3.2.1

ÁREAS Y FACTORES DE TRASLADO DE LA QUEBRADA DOÑA MARÍA

	Est. 26-01 El Rey	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo
Área en km2	661.4	1.34	2.25
Fact. Tras. =	1.000	0.0020	0.0034

Estos factores se aplicaron al análisis hecho en la estación 26-01 El Rey y se obtuvieron los resultados de los Cuadros 3.2.2 y 3.2.3.

Cuadro 3.2.2

CAUDALES MÍNIMOS DE LA QUEBRADA BONITA EN LITROS / SEGUNDO

Año	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo	m	Q. Doña María arriba ordenado	Q. Doña María abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
63-64	7.1	11.9	1	3.7	6.2	2.22	45.00
64-65	7.9	13.3	2	5.2	8.7	4.44	22.50
65-66	7.2	12.1	3	5.5	9.2	6.67	15.00
66-67	8.4	14.1	4	5.7	9.5	8.89	11.25
67-68	5.9	10.0	5	5.7	9.6	11.11	9.00
68-69	8.7	14.6	6	5.7	9.6	13.33	7.50
69-70	8.5	14.4	7	5.8	9.7	15.56	6.43
70-71	9.2	15.4	8	5.8	9.8	17.78	5.63
71-72	8.4	14.2	9	5.9	10.0	20.00	5.00
72-73	6.3	10.6	10	5.9	10.0	22.22	4.50
73-74	5.8	9.7	11	6.0	10.1	24.44	4.09
74-75	8.3	13.9	12	6.1	10.2	26.67	3.75
75-76	9.1	15.3	13	6.1	10.3	28.89	3.46
76-77	5.9	10.0	14	6.2	10.4	31.11	3.21
77-78	5.2	8.7	15	6.2	10.4	33.33	3.00
78-79	8.5	14.3	16	6.3	10.5	35.56	2.81
79-80	5.7	9.6	17	6.3	10.5	37.78	2.65
80-81	6.1	10.3	18	6.3	10.6	40.00	2.50
81-82	8.7	14.6	19	6.5	10.9	42.22	2.37
82-83	7.9	13.2	20	6.7	11.3	44.44	2.25
83-84	7.4	12.4	21	6.9	11.6	46.67	2.14
84-85	8.4	14.0	22	6.9	11.6	48.89	2.05
85-86	7.2	12.0	23	7.1	11.9	51.11	1.96
86-87	6.3	10.5	24	7.2	12.0	53.33	1.88
87-88	6.2	10.4	25	7.2	12.1	55.56	1.80
88-89	6.2	10.4	26	7.3	12.2	57.78	1.73
89-90	8.5	14.3	27	7.4	12.4	60.00	1.67
90-91	8.9	14.9	28	7.8	13.2	62.22	1.61
91-92	6.1	10.2	29	7.9	13.2	64.44	1.55
92-93	5.7	9.5	30	7.9	13.3	66.67	1.50
93-94	5.7	9.6	31	8.0	13.5	68.89	1.45
94-95	6.9	11.6	32	8.3	13.9	71.11	1.41
95-96	8.0	13.5	33	8.4	14.0	73.33	1.36
96-97	7.8	13.2	34	8.4	14.1	75.56	1.32

Año	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo	m	Q. Doña María arriba ordenado	Q. Doña María abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
97-98	7.3	12.2	35	8.4	14.2	77.78	1.29
98-99	6.0	10.1	36	8.4	14.2	80.00	1.25
99-00	8.4	14.2	37	8.5	14.3	82.22	1.22
00-01	5.8	9.8	38	8.5	14.3	84.44	1.18
01-02	3.7	6.2	39	8.5	14.4	86.67	1.15
02-03	5.5	9.2	40	8.7	14.6	88.89	1.13
03-04	6.5	10.9	41	8.7	14.6	91.11	1.10
04-05	6.9	11.6	42	8.9	14.9	93.33	1.07
05-06	6.3	10.5	43	9.1	15.3	95.56	1.05
06-07	6.7	11.3	44	9.2	15.4	97.78	1.02

Cuadro 3.2.3

CAUDALES MÍNIMOS DE LA QUEBRADA DOÑA MARÍA EN LITROS / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Q. Doña María arriba	Q. Doña María abajo
1.01	8.4	14.2
1.25	8.1	13.6
2.00	7.4	12.4
5.00	6.1	10.3
10.00	5.3	9.0
20.00	4.6	7.8
25.00	4.4	7.5
50.00	3.9	6.5
75.00	3.6	6.0

3.3 Río Copey

Para el Río Copey se utilizaron los siguientes factores:

Cuadro 3.3.1:

ÁREAS Y FACTORES DE TRASLADO DEL RÍO COPEY

	Est. 26-01 El Rey	Río Copey arriba	Río Copey abajo
Área en km2	661.4	15.67	17.06
Fact. Tras. =	1.000	0.0237	0.0258

Cuadro 3.3.2

CAUDALES MÍNIMOS DEL RÍO COPEY EN LITROS / SEGUNDO

Año	Río Copey arriba	Río Copey abajo	m	Río Copey arriba ordenado	Río Copey abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
63-64	82.9	90.3	1	43.4	47.2	2.22	45
64-65	92.4	101	2	60.7	66	4.44	22.5
65-66	84.1	91.6	3	64	69.9	6.67	15
66-67	98.3	107	4	66.1	72	8.89	11.25
67-68	69.4	75.6	5	66.6	72.5	11.11	9
68-69	102	111	6	67	73	13.33	7.5
69-70	100	109	7	67.8	73.8	15.56	6.43
70-71	108	117	8	68.2	74.3	17.78	5.63
71-72	98.8	108	9	69.4	75.6	20	5
72-73	73.9	80.5	10	69.4	75.6	22.22	4.5
73-74	67.8	73.8	11	70.4	76.6	24.44	4.09
74-75	97.1	106	12	70.8	77.1	26.67	3.75
75-76	107	116	13	71.6	77.9	28.89	3.46
76-77	69.4	75.6	14	72.3	78.7	31.11	3.21
77-78	60.7	66	15	72.3	78.7	33.33	3
78-79	99.5	108	16	73.2	79.7	35.56	2.81
79-80	66.6	72.5	17	73.4	80	37.78	2.65
80-81	71.6	77.9	18	73.9	80.5	40	2.5
81-82	101	110	19	75.8	82.5	42.22	2.37
82-83	91.9	100	20	78.7	85.6	44.44	2.25
83-84	86.5	94.1	21	80.6	87.7	46.67	2.14
84-85	97.8	107	22	80.8	88	48.89	2.05
85-86	83.6	91.1	23	82.9	90.3	51.11	1.96

Año	Río Copey arriba	Río Copey abajo	m	Río Copey arriba ordenado	Río Copey abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
86-87	73.2	79.7	24	83.6	91.1	53.33	1.88
87-88	72.3	78.7	25	84.1	91.6	55.56	1.8
88-89	72.3	78.7	26	85.3	92.9	57.78	1.73
89-90	99.3	108	27	86.5	94.1	60	1.67
90-91	104	113	28	91.7	99.8	62.22	1.61
91-92	70.8	77.1	29	91.9	100	64.44	1.55
92-93	66.1	72	30	92.4	101	66.67	1.5
93-94	67	73	31	93.8	102	68.89	1.45
94-95	80.6	87.7	32	97.1	106	71.11	1.41
95-96	93.8	102	33	97.8	107	73.33	1.36
96-97	91.7	99.8	34	98.3	107	75.56	1.32
97-98	85.3	92.9	35	98.6	107	77.78	1.29
98-99	70.4	76.6	36	98.8	108	80	1.25
99-00	98.6	107	37	99.3	108	82.22	1.22
00-01	68.2	74.3	38	99.5	108	84.44	1.18
01-feb	43.4	47.2	39	100	109	86.67	1.15
02-mar	64	69.6	40	101	110	88.89	1.13
03-abr	75.8	82.5	41	102	111	91.11	1.1
04-may	80.8	88	42	104	113	93.33	1.07
05-jun	73.4	80	43	107	116	95.56	1.05
06-jul	78.7	85.6	44	108	117	97.78	1.02

Cuadro 3.3.3

CAUDALES MÍNIMOS DEL RÍO COPEY EN LITROS / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Río Copey arriba	Río Copey abajo
1.01	98.8	108
1.25	94.6	103
2.00	86.2	93.8
5.00	71.7	78.1
10.00	62.4	68.0
20.00	54.4	59.2
25.00	52.0	56.6
50.00	45.3	49.3
75.00	41.7	45.4

3.4 Río Naranjal

Para el Río Naranjal se utilizaron los siguientes factores:

Cuadro 3.4.1:

ÁREAS Y FACTORES DE TRASLADO DEL RÍO NARANJAL

	Est. 26-01 El Rey	Q. Seca	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo
Área en km2	661.4	5.32	9.40	11.02
Fact. Tras. =	1.000	0.0080	0.0142	0.0167

Cuadro 3.4.2:

CAUDALES MÍNIMOS DEL RÍO NARANJAL EN LITROS / SEGUNDO

Año	Q. Seca	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo	m	Q. Seca ordenado	Río Naranjal arriba ordenado	Río Naranjal abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
63-64	28.2	49.7	58.3	1	14.7	26.0	26.0	2.22	45.00
64-65	31.4	55.4	65.0	2	20.6	36.4	36.4	4.44	22.50
65-66	28.6	50.5	59.1	3	21.7	38.4	38.4	6.67	15.00
66-67	33.4	59.0	69.1	4	22.4	39.7	39.7	8.89	11.25
67-68	23.6	41.6	48.8	5	22.6	39.9	39.9	11.11	9.00
68-69	34.6	61.1	71.6	6	22.8	40.2	40.2	13.33	7.50

Año	Q. Seca	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo	m	Q. Seca ordenado	Río Naranjal arriba ordenado	Río Naranjal abajo ordenado	Prob < = en %	Tp en años
69-70	33.9	60.0	70.3	7	23.0	40.6	40.6	15.56	6.43
70-71	36.5	64.5	75.6	8	23.2	40.9	40.9	17.78	5.63
71-72	33.5	59.3	69.5	9	23.6	41.6	41.6	20.00	5.00
72-73	25.1	44.3	52.0	10	23.6	41.6	41.6	22.22	4.50
73-74	23.0	40.6	47.7	11	23.9	42.2	42.2	24.44	4.09
74-75	33.0	58.3	68.3	12	24.1	42.5	42.5	26.67	3.75
75-76	36.2	64.0	75.0	13	24.3	42.9	42.9	28.89	3.46
76-77	23.6	41.6	48.8	14	24.5	43.3	43.3	31.11	3.21
77-78	20.6	36.4	42.7	15	24.5	43.3	43.3	33.33	3.00
78-79	33.8	59.7	70.0	16	24.9	43.9	43.9	35.56	2.81
79-80	22.6	39.9	46.8	17	24.9	44.1	44.1	37.78	2.65
80-81	24.3	42.9	50.3	18	25.1	44.3	44.3	40.00	2.50
81-82	34.4	60.8	71.3	19	25.7	45.5	45.5	42.22	2.37
82-83	31.2	55.1	64.6	20	26.7	47.2	47.2	44.44	2.25
83-84	29.4	51.9	60.8	21	27.3	48.3	48.3	46.67	2.14
84-85	33.2	8.7	68.8	22	27.4	48.5	48.5	48.89	2.05
85-86	28.4	50.2	58.8	23	28.2	49.7	49.7	51.11	1.96
86-87	24.9	43.9	51.5	24	28.4	50.2	50.2	53.33	1.88
87-88	24.5	43.3	50.8	25	28.6	50.5	50.5	55.56	1.80
88-89	24.5	43.3	50.8	26	29.0	51.2	51.2	57.78	1.73
89-90	33.7	59.5	69.8	27	29.4	51.9	51.9	60.00	1.67
90-91	35.2	62.2	73.0	28	31.1	55.0	55.0	62.22	1.61
91-92	24.1	42.5	49.8	29	31.2	55.1	55.1	64.44	1.55
92-93	22.4	39.7	46.5	30	31.4	55.4	55.4	66.67	1.50
93-94	22.8	40.2	47.2	31	31.9	56.3	56.3	68.89	1.45
94-95	27.3	48.3	56.6	32	33.0	58.3	58.3	71.11	1.41
95-96	31.9	56.3	66.0	33	33.2	58.7	58.7	73.33	1.36
96-97	31.1	55.0	64.5	34	33.4	59.0	59.0	75.56	1.32
97-98	29.0	51.2	60.0	35	33.5	59.1	59.1	77.78	1.29
98-99	23.9	42.2	49.5	36	33.5	59.3	59.3	80.00	1.25
99-00	33.5	59.1	69.3	37	33.7	59.5	59.5	82.22	1.22
00-01	23.2	40.9	48.0	38	33.8	59.7	59.7	84.44	1.18
01-02	14.7	26.0	30.5	39	33.9	60.0	60.0	86.67	1.15
02-03	21.7	38.4	45.0	40	34.4	60.8	60.8	88.89	1.13
03-04	25.7	45.5	53.3	41	34.6	61.1	61.1	91.11	1.10
04-05	27.4	48.5	56.8	42	35.2	62.2	62.2	93.33	1.07
05-06	24.9	44.1	51.7	43	36.2	64.0	64.0	95.56	1.05
06-07	26.7	47.2	55.3	44	36.5	64.5	64.5	97.78	1.02

Cuadro 3.4.3

CAUDALES MÍNIMOS DEL RÍO NARANJAL EN LITROS / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp Años	Q. Seca	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo
1.01	33.5	59.2	69.5
1.25	32.1	56.8	66.6
2.00	29.2	51.7	60.6
5.00	24.4	43.0	50.4
10.00	21.2	37.5	43.9
20.00	18.5	32.6	38.2
25.00	17.6	31.2	36.6
50.00	15.4	27.1	31.8
75.00	14.2	25.0	29.3

4. Análisis de caudales máximos en las quebradas Bonita y Doña María, Río Copey y Río Naranjal

El tamaño de las áreas de drenaje varían desde 1.34 km2 para la quebrada Doña María arriba y 17.06 km2 del río Copey abajo, por lo tanto se usó la fórmula racional para las cuencas más pequeñas y para las otras se hizo un análisis de frecuencia de caudales máximos en la estación 26-01 El Rey y se trasladaron los resultados a las tomas mediante la ecuación de Creager.

Los resultados con los dos métodos dan resultados parecidos, pero para este estudio se utilizó el método racional, para las cuatro cuencas más pequeñas que son Doña María arriba y abajo, Quebrada Mona y Quebrada Seca. Las otras seis cuencas se calcularon con el análisis de los caudales máximos de la estación 26-01 El Rey.

4.1 Método racional

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

C = coeficiente de escorrentía que está en función del uso de suelo, pendiente y uso del suelo.

I = intensidad en milímetros por hora y depende del tiempo de concentración y periodo de retorno. Debido a que no fue posible obtener datos de precipitaciones máximas en la zona de estudio, se utilizó una ecuación deducida para la provincia de Puntarenas:

$$I = 175.65 - [29.58 * \ln(t_c)] + [34.05 - (5.32 * \ln(t_c))] * \ln(t_p)$$

Tc en minutos

Tp en años

A = áreas de drenaje hasta las tomas de agua en km2

Q = caudal en m3/seg

Los tiempos de concentración tc se calcularon con la fórmula de California:

$$t_c = \left(\frac{0.87 * L^3}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

L = distancia del sitio de estudio a la divisoria siguiendo el cauce en kilómetros

ΔH = diferencia de elevación en metros de los puntos anteriores

Tc = tiempo de concentración en horas

Cuadro 4.1.1

TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

	DISTANCIA EN KMS L	DIFERENCIA DE ELEVACIÓN EN METROS ΔH	PENDIENTE EN %	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN EN MINUTOS Tc
Q. Mona	6.315	560 - 40 = 520	8.23	43.0
Q. Doña María arriba	2.200	200 - 20 = 180	8.18	19.1
Q. Doña María abajo	4.140	200 - 5 = 195	4.71	38.5
Q. Seca	5.070	480 - 20 = 460	9.07	35.0

Con los tiempos de concentración dados del Cuadro 4.1.1 se calculan las intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno en las cuatro cuencas.

Los coeficientes de escorrentía se estimaron con base en la tabla 15.1.1 de Hidrología Aplicada de Ven Te Chow que considera el uso del suelo, la pendiente y el periodo de retorno.

4.2 Análisis de caudales máximos con base en la Estación 26-01 El Rey

En este análisis se usó el periodo 1963-64 a 2007-08 excepto el año 2005-06 que no tiene dato. En el Cuadro 4.2.1 se presentan los valores usados para los análisis en las seis cuencas más grandes, trasladados desde la estación 26-01 El Rey mediante la ecuación de Creager. Los valores están ordenados de mayor a menor.

Cuadro 4.2.1:

CAUDALES MÁXIMOS EN M3 / SEGUNDO

m	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo	Río Copey arriba	Río Copey abajo	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo	Prob < = en %	Tp en años
1	134.1	165.9	181.4	193.3	122.5	138.7	2.22	45.00
2	131.2	162.3	177.5	189.1	119.8	135.7	4.44	22.50
3	126.7	156.8	171.4	182.6	115.7	131.1	6.67	15.00
4	116.0	143.5	156.9	167.2	105.9	120.0	8.89	11.25
5	108.0	133.6	146.1	155.7	98.6	111.7	11.11	9.00
6	97.1	120.2	131.4	140.0	88.7	100.5	13.33	7.50
7	94.2	116.6	127.5	135.8	86.1	97.5	15.56	6.43
8	93.5	115.7	126.5	134.8	85.4	96.7	17.78	5.63
9	89.1	110.3	120.6	128.5	81.4	92.2	20.00	5.00
10	89.0	110.1	120.4	128.3	81.3	92.1	22.22	4.50
11	70.7	87.5	95.7	102.0	64.6	73.2	24.44	4.09
12	68.1	84.2	92.1	98.1	62.2	70.4	26.67	3.75
13	66.7	82.6	90.3	96.2	61.0	69.1	28.89	3.46
14	60.0	74.3	81.2	86.5	54.8	62.1	31.11	3.21
15	56.0	69.2	75.7	80.7	51.1	57.9	33.33	3.00
16	54.6	67.6	73.9	78.8	49.9	56.5	35.56	2.81
17	54.6	67.5	73.8	78.7	49.9	56.5	37.78	2.65
18	52.7	65.2	71.3	76.0	48.1	54.5	40.00	2.50
19	52.2	64.6	70.6	75.2	47.7	54.0	42.22	2.37
20	48.8	60.4	66.0	70.3	44.6	50.5	44.44	2.25
21	48.6	60.2	65.8	70.1	44.4	50.3	46.67	2.14
22	48.1	59.6	65.1	69.4	44.0	49.8	48.89	2.05
23	46.7	57.9	63.3	67.4	42.7	48.4	51.11	1.96
24	45.5	56.3	61.6	65.6	41.6	47.1	53.33	1.88
25	45.4	56.1	61.4	65.4	41.4	46.9	55.56	1.80
26	45.2	56.0	61.2	65.2	41.3	46.8	57.78	1.73
27	42.7	52.9	57.8	61.6	39.0	44.2	60.00	1.67
28	40.2	49.8	54.4	58.0	36.7	41.6	62.22	1.61

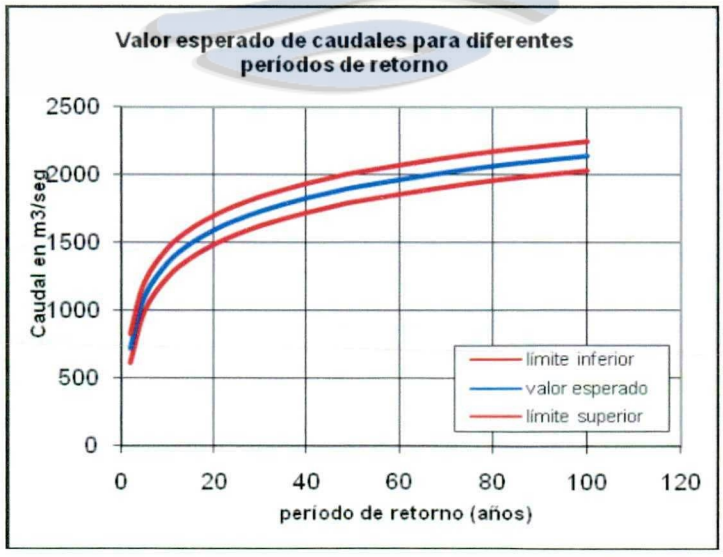
m	Q. Bonita intermedia	Q. Bonita abajo	Río Copey arriba	Río Copey abajo	Río Naranjal arriba	Río Naranjal abajo	Prob < = en %	Tp en años
29	39.4	48.8	53.3	56.8	36.0	40.8	64.44	1.55
30	35.2	43.6	47.7	50.8	32.2	36.4	66.67	1.50
31	35.2	43.6	47.7	50.8	32.2	36.4	68.89	1.45
32	34.5	42.6	46.6	49.7	31.5	35.6	71.11	1.41
33	34.3	42.4	46.4	49.4	31.3	35.5	73.33	1.36
34	33.6	41.5	45.4	48.4	30.7	34.7	75.56	1.32
35	33.4	41.3	45.2	48.2	30.5	34.6	77.78	1.29
36	32.4	40.1	43.8	46.7	29.6	33.5	80.00	1.25
37	31.3	38.7	42.4	45.1	28.6	32.4	82.22	1.22
38	30.9	38.3	41.9	44.6	28.3	32.0	84.44	1.18
39	30.1	37.	40.7	43.4	27.5	31.1	86.67	1.15
40	25.9	32.1	35.1	37.4	23.7	26.8	88.89	1.13
41	25.8	31.9	34.9	37.2	23.6	26.7	91.11	1.10
42	24.6	30.4	33.2	35.4	22.4	25.4	93.33	1.07
43	24.4	30.2	33.0	35.2	22.3	25.3	95.56	1.05
44	17.8	22.1	24.1	25.7	16.3	18.4	97.78	1.02

Como ejemplo del análisis se presenta el resultado gráfico de la estación 26-01 El Rey. Los gráficos en cada una de los puntos de análisis de Jacó, son similares a este. La distribución usada es la de Valor Extremo Tipo I.

FIGURA 4.2.1:

ESTACIÓN 26-01 EL REY

GRÁFICO DE CAUDALES MÁXIMOS INSTANTÁNEOS ANUALES



4.3 Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

En los Cuadros 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 y 4.3.4 se dan los resultados del análisis de caudales máximos para los diez sitios en estudio.

Cuadro 4.3.1

CAUDALES MÁXIMOS DE LA QUEBRADA BONITA EN M3 / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Q. Mona Método Racional	Q. Bonita intermedia Método Valor Ext.	Q. Bonita abajo Método Valor Ext.
2.00	49.0	52.0	64.4
5.00	63.1	79.7	98.6
10.00	73.7	98.0	121
25.00	91.6	121	150
50.00	106	138	171
75.00	121	148	183

Cuadro 4.3.2:

CAUDALES MÁXIMOS DE LA QUEBRADA DOÑA MARÍA EN M3 / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Q. Doña María arriba Método Racional	Q. Doña María abajo Método Racional
2.00	13.6	15.6
5.00	17.3	20.0
10.00	20.2	23.4
25.00	25.0	29.4
50.00	28.9	34.3
75.00	32.8	39.2

Cuadro 4.3.3:

CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO COPEY EN M3 / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Río Copey arriba Método Valor Ext.	Río Copey abajo Método Valor Ext.
2.00	70.4	75.0
5.00	108	115
10.00	133	141
25.00	164	175
50.00	187	199
75.00	201	214

Cuadro 4.3.4:

CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO NARANJAL EN M3 / SEGUNDO PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tp años	Q. Seca Método Racional	Río Naranjal arriba Método Valor Ext.	Río Naranjal abajo Método Valor Ext.
2.00	43.1	47.5	53.8
5.00	55.4	72.8	82.4
10.00	64.6	89.5	101
25.00	80.2	111	125
50.00	93.0	126	143
75.00	105	135	153

5. Conclusiones

- Los caudales mínimos fueron calculados por relación de áreas entre la estación 26-01 El Rey y las respectivas áreas de drenaje de las tomas. Es necesario comprobar estos valores con aforos, especialmente durante la época de estiaje.
- Los caudales máximos se calcularon mediante el método racional para las cuencas pequeñas y con un análisis de caudales máximos para las cuencas más grandes. Ambos métodos dan resultados parecidos.
- Con base estos cálculos antes dichos, se espera que los caudales mínimos de las cuatros quebradas o ríos, sean del orden de los 8 a los 60 l/seg para 1:25 años, donde el caudal mayor sería para el río Copey y la mínima para la quebrada Doña María.
- De igual forma, para los caudales máximos se espera para un retorno de 1:20 años, caudales del orden de los 30 m3/seg para la Quebrada Doña María y de 175 m3/seg para el Río Copey.

Capítulo D: Calidad del Agua

1. Introducción

Este Capítulo contiene los aspectos calidad del agua en la Ciudad Jacó, en los diferentes cuerpos de agua que circundan la ciudad, siendo superficiales, subterráneas y las aguas de la playa, enfocándose el análisis en tres temas principales:

- Calidad del agua de abastecimiento.
- Manejo de las aguas residuales.
- Caracterización del agua residual de la ciudad de Jacó.

2. Calidad del agua del sistema de abastecimiento.

El AyA, ente operador del sistema, asumió la administración del acueducto de la Municipalidad del Cantón de Garabito en el año de 2006.

Como cualquier sistema de acueducto existente en Costa Rica, la calidad del agua de abastecimiento debe de evaluarse por lo que se estipula en el Decreto 32327-S publicado en La Gaceta 84 del 3 de Mayo del 2005, el cual se adjunta como Anexo F.1 en digital del Capítulo.

Dada la actual población abastecida por el sistema (aproximadamente 11,000 personas) y siguiendo lo establecido en el Cuadro D.1 en el decreto citado, las frecuencias y número de muestras de agua que se deben de tomar a este sistema por tipo de control son las siguientes:

Nivel 1: Fuentes mensualmente.

Redes, Mensualmente y tres muestras como mínimo.

Nivel 2: Semestralmente y una muestra (en la fuente).

Nivel 3: Anualmente 1 (en la fuente)

El sistema se suple de tres pozos y de una captación de la quebrada Piedra Bruja afluente del río Copey, cuyas aguas antiguamente eran tratadas mediante un sistema de sedimentación, filtración y desinfección. Actualmente, está por entrar en operación una planta de filtración rápida tipo paquete y se encuentran en la fase de puesta en marcha de la misma.

La calidad de cualquier agua de consumo humano se evalúa desde el punto de vista bacteriológico y físico-químico. Con el estudio bacteriológico se trata de determinar que el agua no contenga agentes patógenos que atenten con la salud del consumidor. De igual forma la investigación físico-química, trata de establecer que la calidad del agua sea de aceptabilidad desde el punto de vista organoléptico y que no contenga sustancias químicas agresivas a los organismos humanos.

2.1 Calidad Bacteriológica

En el Anexo D.1, se adjuntan los resultados del control bacteriológico que ha efectuado el Laboratorio Nacional de Aguas desde el 01-01-2005 al 30 de abril del 2008. En el Cuadro 2.1.1, se muestra un resumen con los resultados obtenidos en la red de durante este período de tiempo:

Cuadro 2.1.1. Resultados bacteriológicos en la red de Jacó

Periodo del 01/01/05 al 30/04/08

Número de Muestra	Positividad por Cloro Residual	%	Negatividad por Coniformes Fecales	%
269	250	93	250	97

El Laboratorio Nacional de Aguas califica el agua de abastecimiento de Jacó desde el punto de vista bacteriológico como potable, dado que ellos siguen, una normativa propia, que consiste en que si hay un 95% de negatividad por coliformes fecales, en el total de la muestras, el agua la califican de potable. Pero si se observa el decreto de calidad del agua citada, los coliformes fecales en agua de abastecimiento humano deben de estar totalmente ausentes[17]

2.2 Calidad Físico Química

En el Anexo D.1, se presentan los resultados de los análisis físico químicos, que se le practicó al agua de consumo humano del sistema de abastecimiento de Jacó, en el período comprendido entre el 03 de mayo del 2005 al 06 de febrero del 2008.

En términos generales el agua suministrada en este período cumple con la normativa vigente salvo en tres muestras en las cuales la turbiedad sobrepaso el valor máximo admisible de 5 U.N.T[18]., (ver los resultados del 21/11/2006, 04/10/2007 y 18/10/2007). También existen varios incumplimientos en relación a lo registrado de cloro residual en el sistema, en algunos casos porque se excede el valor máximo aceptable de 0.6 mgr/lt[19] y en otros casos el valor reportado se encuentra por debajo

[17] Ver Anexo 1, Cuadro 1 del Decreto N° 32327-S, Reglamento para la Calidad del Agua Potable.

[18] Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

[19] Mgr/lt: miligramos por litro.

de 0.3 mgr/lt, que es el mínimo aceptable. Salvo estos valores de cloro y turbiedad el resto de parámetros analizados cumplen la normativa vigente.

3. Manejo de las aguas residuales

3.1 Situación actual

La Ciudad de Jacó, como la mayoría en Costa Rica, no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, objetivo principal a plantear en el presente estudio, a nivel de diseño preliminar. Esta situación obliga a los habitantes a disponer las excretas por medios rudimentarios tales como tanques sépticos con zanjas de infiltración. Esta situación, se ve afectada dada la cercanía con el mar, que la capa freática se encuentre muy alta o superficial.

Por otro lado, y por las razones expuestas en los capítulos anteriores, esta misma situación ambiental se ve agravada con la explosión turística que experimenta Jacó desde hace varios años, que ha ocasionado el desarrollo de grandes proyectos hoteleros y todos aquellos comercios satélites que giran alrededor del turismo, restaurantes, bares, centros comerciales, etc., que de una u otra forma afecta los cuerpos de agua circundantes y que llegan hasta la misma playa de la ciudad.

Al no contarse con la infraestructura sanitaria adecuada, se observan problemas ambientales y sanitarios que este desarrollo conlleva, dentro de los cuales destacan la contaminación fecal de los ríos, quebradas y por último las aguas de la playa. Es evidente que existen vertidos directos a estos cursos de agua, que han generado problemas graves de contaminación y esto se puede observar en los análisis efectuados por el AyA, en el período del 01/01/05 al 30/04/08 que se adjuntan en el Anexo D.1, donde se muestrearon las aguas en las desembocaduras de las quebradas y ríos, así como la playa.

En el cuadro 3.1.1, se presenta un resumen de los análisis efectuados por el AyA.

Cuadro 3.1.1: Resumen de los análisis microbiológicos efectuados en Playa Jacó por el AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/08(Contenido de coliformes fecales como número más probable en 100 ml de muestra de agua).

Punto de muestra	Descripción	N de Muestras	Mínimo	Promedio Geométrico [1]	Máximo
Descarga Hotel Mar Paraíso	Descarga de aguas residuales	2	430	1999.75	9300
Río Contiguo a Hotel Mar Paraíso	Agua Superficial	8	2400	16567.41	93000
Desembocadura. Río Contiguo a Hotel Jacó Fiesta (Río Naranjal)	Agua Superficial	11	2400	7479.64	150000
Desembocadura Río Contiguo a Bancosta (Quebrada Doña María)	Agua Superficial	9	4300	23610.22	150000
Desembocadura del Río Copey	Agua Superficial	10	4	10955.6	240000
Estero Frente Bancosta	Agua Residual	1	290000	290000	290000
Frente a Hotel Mar Paraíso	Mar	10	0	202.86	24000
Frente a Hotel Jacó Fiesta	Mar	10	0	81.71	4300
Frente a Cabinas Alice	Mar	10	0	51.72	240
Frente a Hotel Jacó Beach	Mar	10	15	59	2400
	Total	**81**	**0**	**1065.28**	**290000**

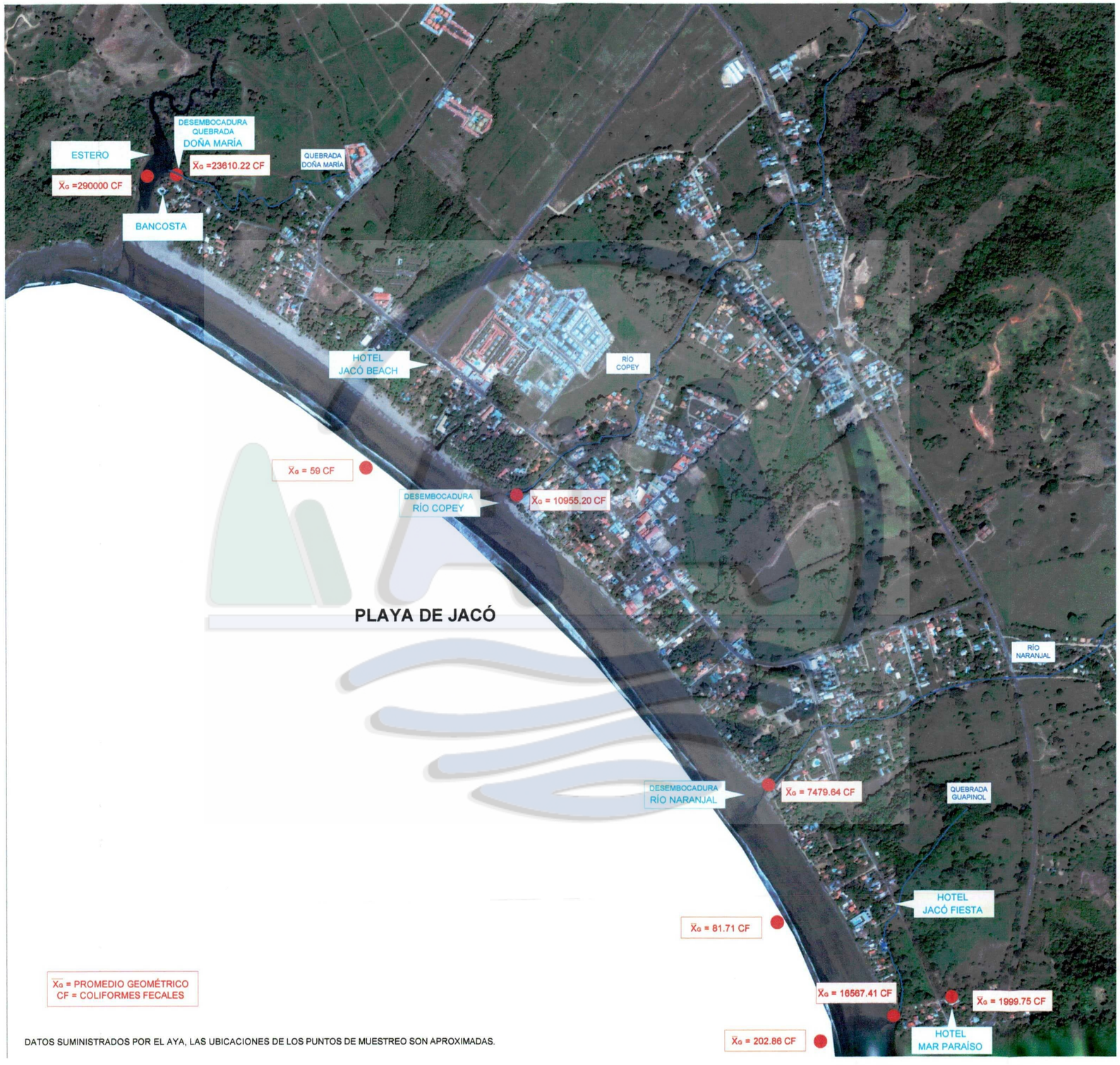
Es evidente que la contaminación es alta en las desembocaduras de los ríos y quebradas disminuyendo sustancialmente en el mar, por efecto de dilución y la acción bactericida del agua de mar; empero, lo relevante es que la contaminación se está dando y amenaza con volver insalubre la playa para la recreación lo que acabaría con el atractivo turístico de la zona.

Para analizar las aguas de recreación se ha utilizado el valor de promedio geométrico menor de 240 coliformes fecales (NMP/100ml), por encima de lo cual se considera una playa no es apta para la recreación. Nótese que el promedio geométrico de coliformes fecales, en las muestras tomadas en el mar frente al Hotel Mar Paraíso llegó a niveles de 202.86 NMP/100 ml, cuyo orden está cercano al límite mencionado.

Esta situación justifica por demás la iniciativa del AyA de la conceptualización y posterior diseño y construcción de un sistema de alcantarillado sanitario incluyendo el tratamiento.

En la figura 3.1.1, se muestran los puntos más relevantes del muestreo efectuado por el AyA, con algunos datos de los problemas de contaminación que se han detectado en estos sitios de muestreo.

NORTE



$\bar{X}_G$ = PROMEDIO GEOMÉTRICO
CF = COLIFORMES FECALES

DATOS SUMINISTRADOS POR EL AYA, LAS UBICACIONES DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SON APROXIMADAS.

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6ª PUNTARENAS	CANTÓN: 11ª GARABITO	DISTRITO: 1ª JACO

SEINCO

HIDROTECNIA
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
SITIOS DE MUESTRAS DE CALIDAD DE AGUA POR EL AYA DE LA CIUDAD DE JACÓ

ESCALA:	FECHA:	FIGURA:
INDICADAS	JUNIO 2008	D.3.1.1

No obstante, que por ley cualquier ente generador de contaminación, debe de tratar sus aguas antes de verterlas a un cuerpo de agua, la realidad es que en Jacó, de acuerdo con la información suministrada por el AyA, existen muy pocas plantas de tratamiento de aguas residuales y que cumplan con reportar su operación al Ministerio de Salud, tal como se observa el Cuadro 3.2.1 siguiente:

Cuadro 3.1.2. Inventario de localidades con Plantas de Tratamiento y que reportan su operación al Ministerio de Salud.

Año	ACTIVIDAD	NOMBRE DE LA EMPRESA	DIRECCIÓN
2007	**CENTRO COMERCIAL**	CENTRO COMERCIAL OCEAN PLAZA	DEL CRUCE DE HERRADURA 2,5KM HACIA LA PLAYA
	BANCARIA	BANCO NACIONAL DE COSTA RICA	100 MTS. NORTE MAS X MENOS JACÓ CENTRO
	SUPERMERCADO	MÁS X MENOS JACÓ	50 AL SUR DE LA SUCURSAL DEL BANCO NACIONAL DE JACÓ
	SUPERMERCADOS	SUPERMERCADO MAXI BODEGA, JACÓ	100 OESTE LICEO DE JACÓ, GARABITO
	RELLENO SANITARIO	RELLENO SANITARIO DE GARABITO	DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA LA MONA, COSTANERA, 1 KM AL ESTE
2008	**SUPERMERCADO**	MAS X MENOS JACÓ	50M SUR DE LA SUCURSAL DEL BANCO NACIONAL EN JACÓ
	HOTELERIA TURISTICA	HOTEL BEST WESTERN JACÓ BEACH	AVENIDA PASTOR DIAZ FRENTE A PIZZA HUT
	HOTEL Y RESTAURANTE	HOTEL AMAPOLA	200M ESTE DE LA MUNICIPALIDAD DE JACO

Año	ACTIVIDAD	NOMBRE DE LA EMPRESA	DIRECCIÓN
	CABINAS DE PLAYA PARA USO TURISTICO	CONDOMINIOS TROPICAL	200M SUR DEL BEST WESTERN EN JACÓ
	VENTAS DE ARTICULOS EN LOCALES COMERCIALES, RESTAURANTES COMIDAS RAPIDAS	CENTRO COMERCIAL PLAZA CORAL	400M NORTE DEL SUPERMERCADO MAS X MENOS SOBRE LA CALLE PRINCIPAL A JACÓ CENTRO

Por otro lado existe una lista de 15 establecimientos que según la Municipalidad cuentan con planta de tratamiento en operación, pero a excepción del Hotel Amapola y el Hotel Jacó Beach los demás establecimientos que aparecen en la lista municipal, no se reportan al Ministerio de Salud. En el cuadro 3.1.3 se muestra la lista suministrada por la Municipalidad de Garabito.

Cuadro 3.1.3: Establecimientos de Jacó, que según la Municipalidad cuentan con Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Nombre del establecimiento	Nombre del establecimiento
Canciones del Mar	Tres Regalos
Arenal Pacífico	Jacó Beach
Paloma Blanca	Honesta
Bahía Encantada	Costa Linda
Villas del Sol	Vista Mar
Villa Montana	Il Galeone
La Palma	Hotel Amapola

Como se desprende de lo anterior no existe un riguroso control, de la existencia y operación de las plantas de tratamiento por parte del Ministerio de Salud y la Municipalidad, aunado a lo que ya se ha demostrado de la contaminación de los cuerpos de agua se infiere que la contaminación es real y que deben de tomarse las medidas necesarias para frenarla.

3.2 Caracterización de las aguas residuales de Jacó

Como resultado del análisis de la clasificación de los consumidores de agua potable, se infiere que en Jacó lo que predomina son los servicios domiciliares y los establecimientos dedicados fundamentalmente a hotelería, restaurantes y comercio en general.

No se detectan industrias contaminantes importantes, por lo que se puede inducir que el tipo de agua que se trataría eventualmente en una planta de tratamiento de aguas residuales al final de un alcantarillado sanitario serán aguas de tipo ordinario, según la clasificación del Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Ver Anexo Digital F.1 del Capítulo F).

El Laboratorio de Nacional de Aguas ha efectuado una caracterización de lo que se podría decir son las aguas ordinarias en Costa Rica y se presenta en el cuadro 3.2.1

Cuadro 3.2.1: Caracterización y calidad del agua cruda[20]

Parámetro	***Composición media típica del agua cruda***
DBO, mg/L	200 (i)
DQO, mg/L (Por experiencia)	500 (ii)
Grasas y Aceites, mg/L	20 (i)
Sólidos suspendidos totales, mg/L	300 (i)
Sólidos suspendidos sedimentables, mL/L/hr	8 (i)
SAAM, mg/L (Por experiencia)	15
pH (Por experiencia)	5 a 9
Conductividad eléctrica, µ S/ cm (Por experiencia)	500 a 700
Coliformes Fecales, NMP/ 100 mL (Por experiencia)	10^7 a 10^9

(i)De acuerdo a la American Public Health Association
(ii)Usando un factor de 2.5 respecto a la DBO

[20] Fuente: AyA. Químico José Miguel Ramírez. Jefe del Departamento de Aguas Residuales. Marzo del 2008.

4. Conclusiones generales

A continuación se esbozan las principales conclusiones sobre los temas tratados en el presente capítulo:

- La calidad del agua de abastecimiento en la ciudad Jacó se puede decir que es bastante aceptable. El AyA se encuentra haciendo mejoras al sistema de tratamiento que redundará en mayor calidad del agua a suministrar., como por ejemplo, la entrada en operación de una nueva planta.
- El manejo de las aguas residuales en la Ciudad de Jacó no ha sido el mejor. No existe un buen control sanitario de las descargas y de las plantas de tratamiento que se encuentran en operación.
- Es evidente que los cursos de agua que atraviesan la ciudad y que descargan sus aguas al mar se contaminan fuertemente en su paso. Esto quedó demostrado con los niveles registrados por el AyA de coliformes fecales en las desembocaduras de estos.
- De continuar el desarrollo urbano- comercial, tal y como se presenta en la actualidad y sin tomar medidas sanitarias apropiadas, es un hecho que la playa se puede ver severamente contaminada con materia fecal, lo cual sería un problema muy serio para la salud humana y el desarrollo económico de la zona.
- La ocupación de la ciudad y su actual desarrollo, hacen prever que la composición de las aguas residuales que se pueden esperar son del tipo ordinario es decir provenientes de la actividad humana. No se espera la descarga a un futuro sistema de alcantarillado de contaminación por la actividad industrial.

Capítulo E: Estudios costeros y oceanográficos básicos de la Bahía de Jacó

1. Introducción

El objetivo de este Capítulo es estudiar la bahía de Jacó, con el propósito de primario de colocar un emisario submarino de aguas servidas para la ciudad de Jacó. Este emisario submarino tendrá la función de descargar las aguas tratadas a un sitio profundo cercano a la costa. En consecuencia, este estudio pretende determinar la ubicación óptima del emisario desde el punto de vista costero, tomando en cuenta las condiciones oceanográficas básicas; batimetría, mareas, corrientes por marea, oleajes y las corrientes generadas por oleaje.

Para analizar estas variables se realizaron estudios de campo, que incluyeron un levantamiento batimétrico de toda el área de Playa Jacó hasta una profundidad de 30 metros, y la medición de la velocidad y dirección de las corrientes. Esta información de campo fue complementada utilizando modelos numéricos de corrientes de mareas, oleaje y corrientes por oleaje. Estos modelos fueron aplicados a diferentes escalas ya que los fenómenos a estudiar forman parte de sistemas amplios que comprenden grandes aéreas que afectan significativamente las condiciones de frontera a escalas detalladas de la zona de Jacó. Para las mareas se tomó en cuenta los posibles efectos que la entrada y salida, de las aguas por marea, en el Golfo de Nicoya. En el caso de de los oleajes, estos al tener periodos muy altos se ven afectados desde en su dirección y altura desde zonas mas de 200 kilómetros afuera de la costa a profundidades de 500 metros.

Por último se estudiaron de forma general los procesos costeros de morfología de playa en la zona en cuestión. Para esto se utilizaron fotografías históricas las cuales fueron geo-referenciadas para determinar los cambios en la línea de costa a través de los años para la playa de Jacó. Este efecto es importante ya que estas variaciones pueden modificar significativamente la ubicación del emisario.

2. Batimetría y caracterización de costa

Se realizó un levantamiento batimétrico de la zona de Jacó. El levantamiento fue realizado utilizando una ecosonda de precisión, Sonarmite de OHMEX con un GPS sub métrico de CSI gíreles, tal como se muestra en la figura 2.1. En total se tomaron más de 30000 puntos del levantamiento en el área mostrada en la figura 2.2. Este levantamiento se realizó hasta una profundidad de -30 del nivel de bajamares inferiores de sicigias. Las posiciones registradas en formato Latitud y Longitud fueron transformadas a su respectiva ubicación en coordenadas IGN. La ubicación de la zona en las Hoja 1:50000 se muestra en la figura 2.3.

Figura 2.1: Equipo utilizado para el levantamiento

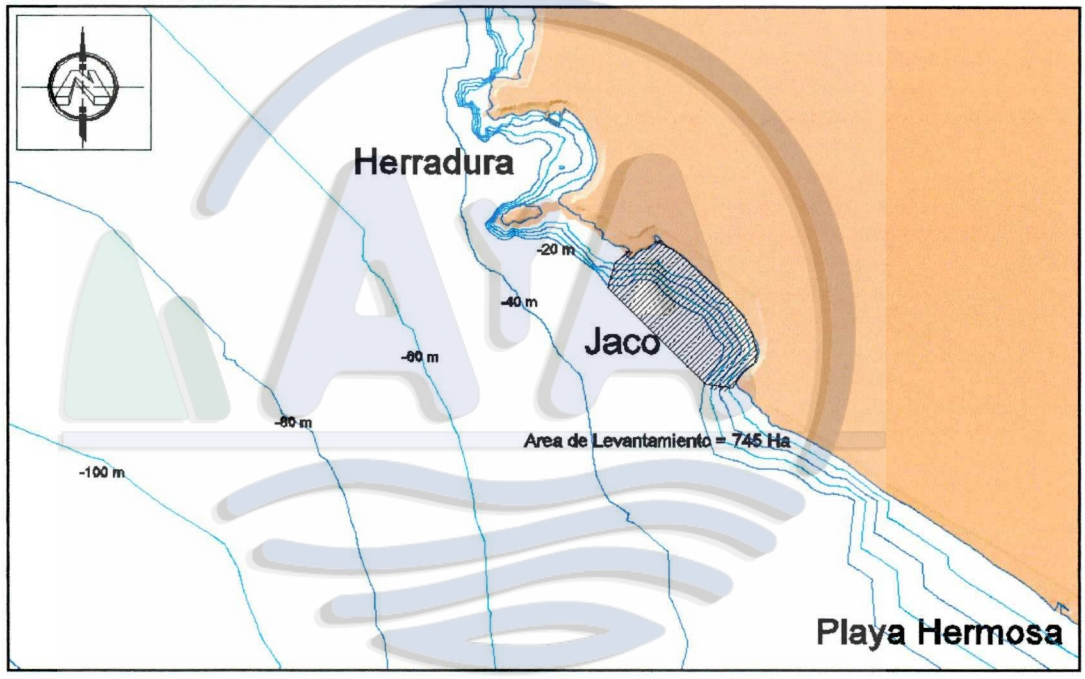


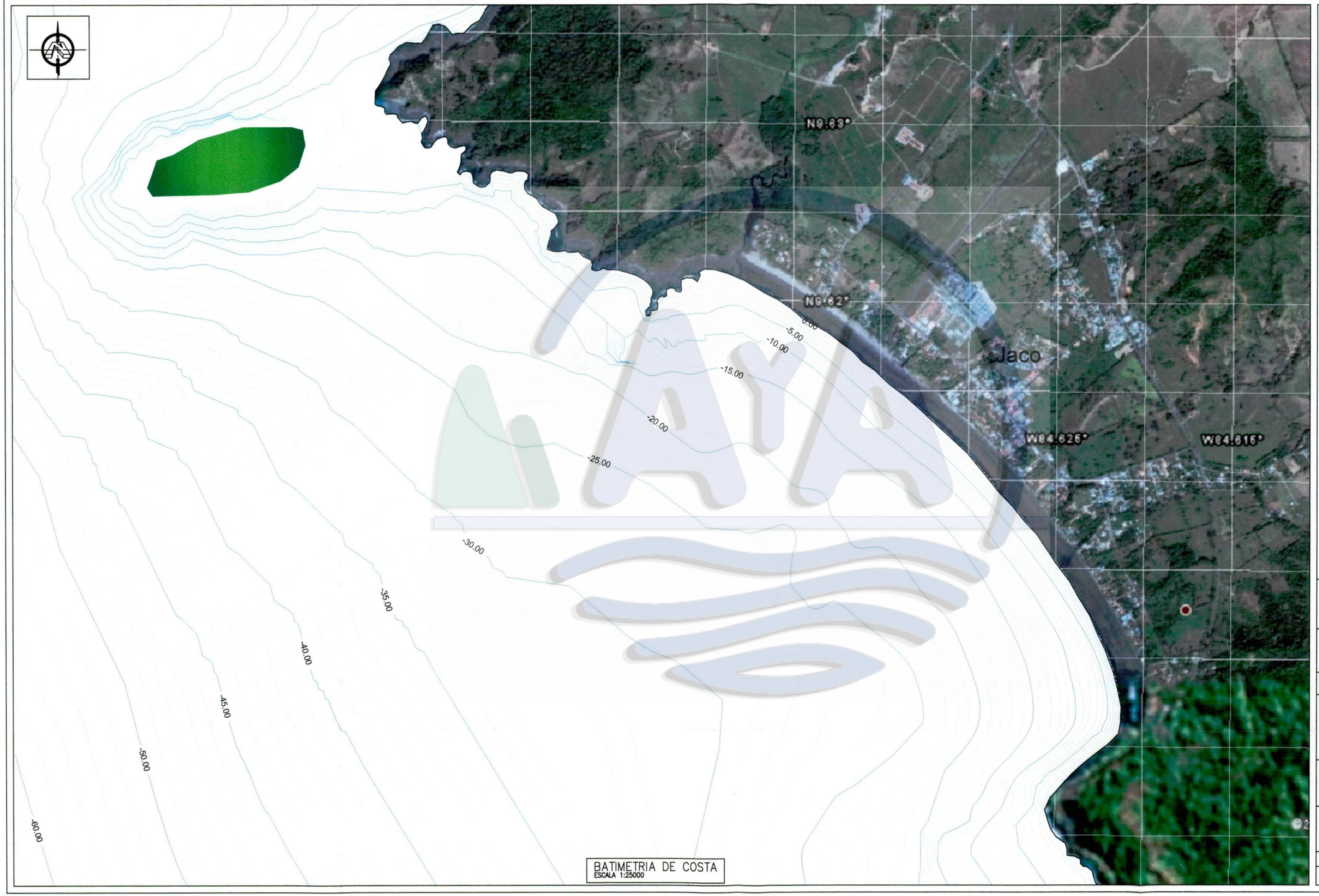
A la información levantada se incorporó a la información de profundidades de las cartas náuticas existentes, que tienen una buena precisión a estas profundidades. Esta información es necesaria para realizar las modelaciones numéricas de corrientes y oleajes sobre la zona. Para esto se utilizó un modelo de superficie donde se incorporaron las curvas de las cartas náuticas existentes con los puntos levantados de la zona de la playa de Jacó.

Las curvas batimétricas de aguas profundas para el sitio se muestran en las figuras 2.4 y 2.5. En estas se observa que existen profundidades adecuadas, mayores a 20 metros, relativamente cercanas a la costa. De acuerdo al levantamiento batimétrico realizado, mostrado en la Lámina 1, se observa que en el extremo norte de Jacó, la profundidad de 20 metros se alcanza a una distancia de 1380m, y la profundidad de 30 metros se alcanza a una profundidad de 2670 metros.

En la Lámina 1, del levantamiento realizado, se observa que en general a lo largo de Playa de Jacó las profundidades son regulares. En ambos extremos se encuentran formaciones rocosas, las cuales hacia el norte llegan hasta la isla de Herradura.

Figura 2.2: Zona de Levantamiento





BATIMETRIA DE COSTA
ESCALA 1:25000

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6° PUNTARENAS	CANTÓN: 11° GARABITO	DISTRITO: 1° JACO

SEINCO

HIDROTECNIA CONSULTORES S. A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

WATERMARK S.A.

CONTENIDO:
BATIMETRÍA DE COSTA

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	1

Figura 2.3: Profundidades de la Costa Pacífica de Costa Rica, fuente cartas náuticas

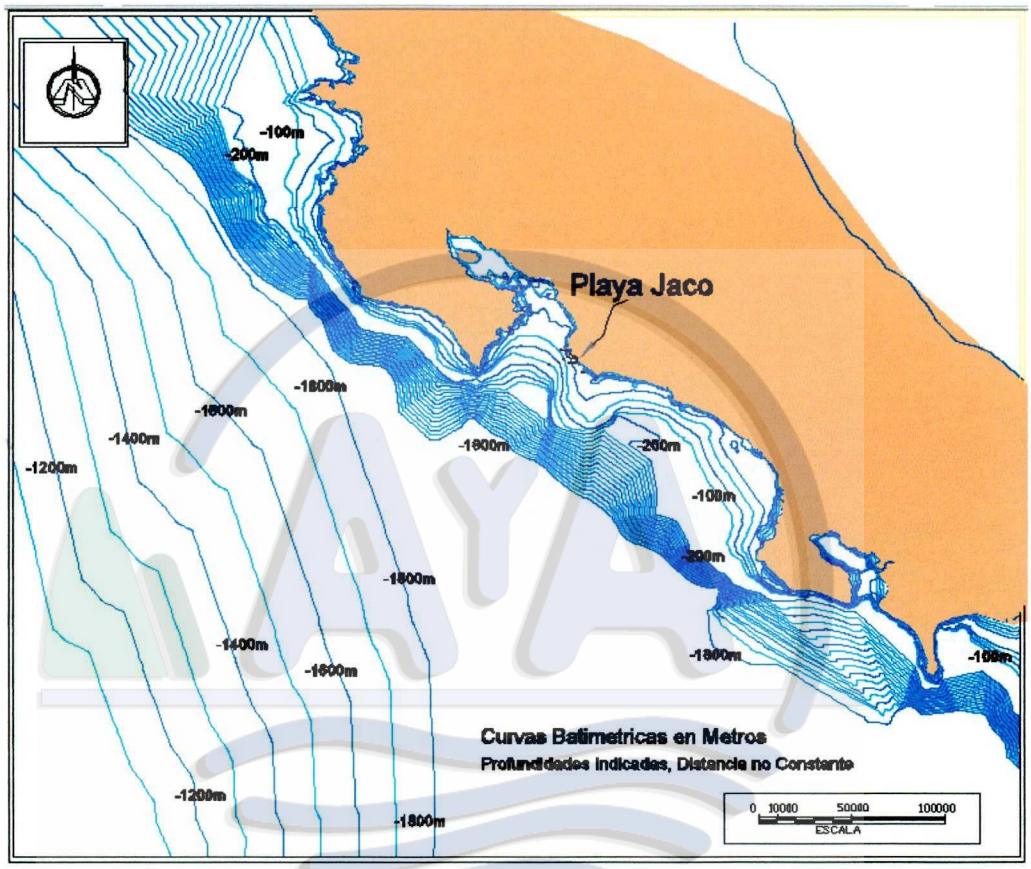
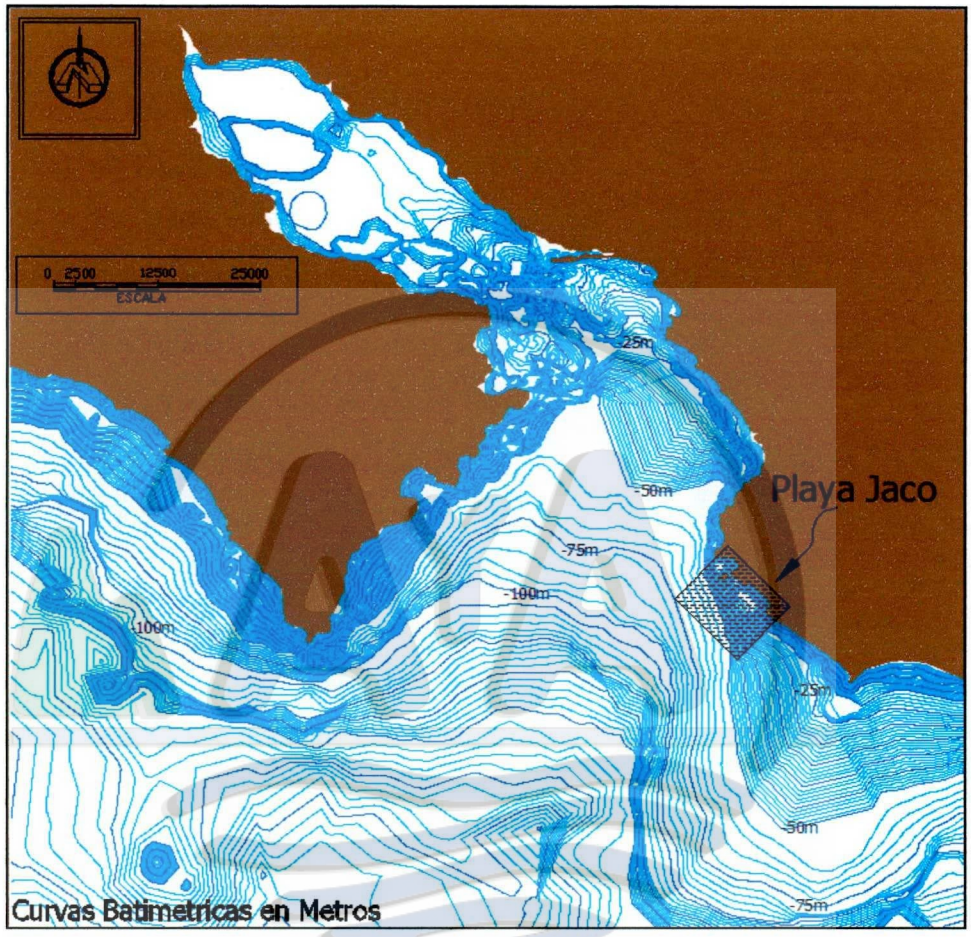


Figura 2.4: Batimetría del Golfo de Nicoya y Pacifico Central de Costa Rica



Se determinó que en el extremo norte de la playa de Jacó se encuentran profundidades mayores a menor distancia. En el cuadro 2.1 se muestra las distancias hasta diferentes cotas de profundidad desde la playa de Jacó en el extremo norte y extremo sur.

Cuadro: 2.1

Distancias desde la Playa hasta diferentes Profundidades

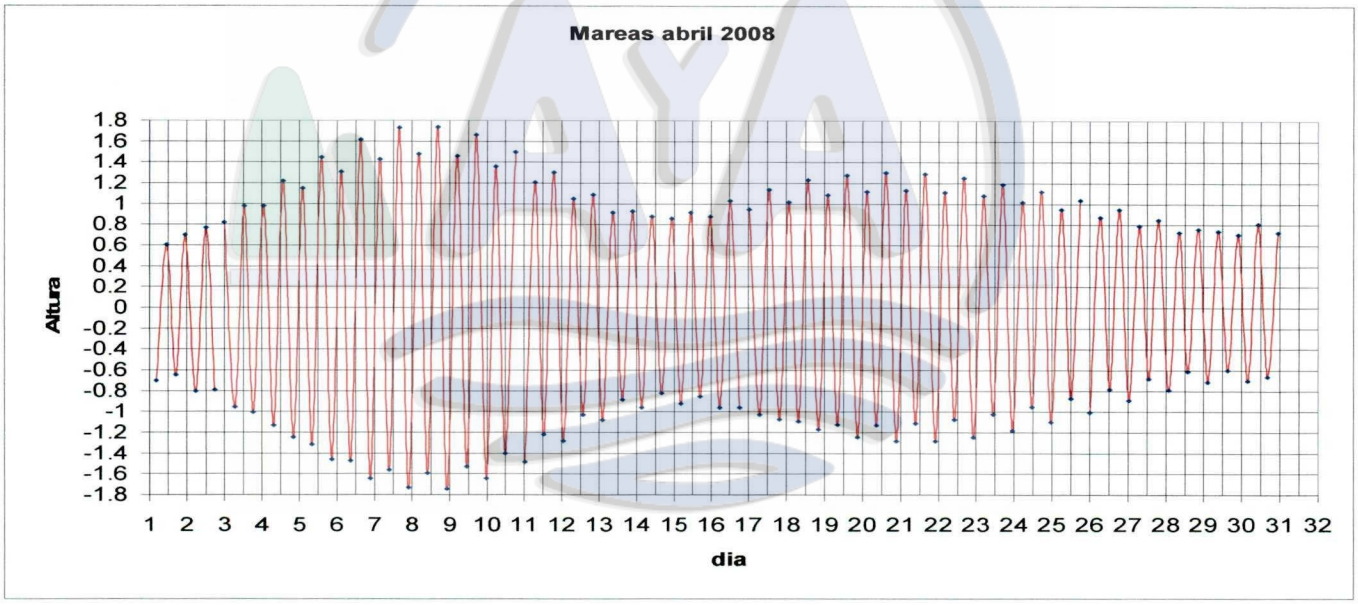
Profundidad ANBIS (M)[21]	Extremo Norte (m)	Extremo Sur (m)
20	1380	1770
25	1875	2530
30	2670	3350

[21] Las mareas de sicigias o "mareas vivas" se producen cuando la luna y el sol están en conjunción (luna **nueva**) o en oposición (**luna llena**). En este caso los efectos de ambos astros se suman y es por ello que las pleamares de sicigias son más altas que las pleamares promedio y las bajamares son más bajas que las bajamares promedio.

3. Mareas en Jacó

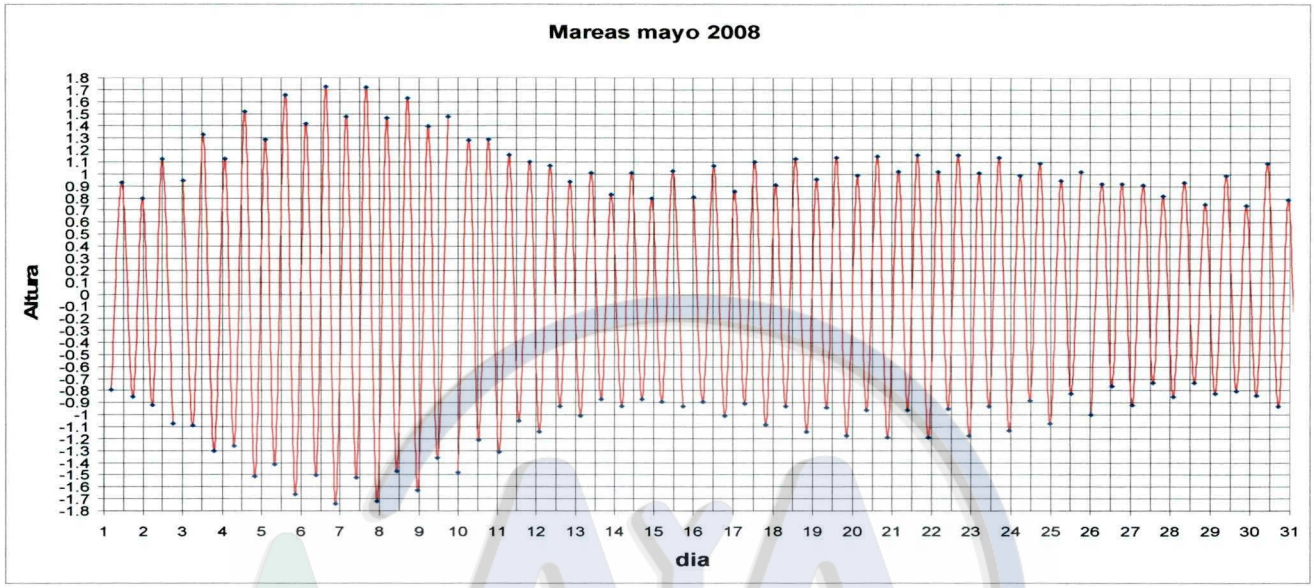
Se conoce que las mareas del Pacífico de Costa Rica son mareas semidiurnas, es decir se dan dos ciclos completos de mareas diarios, cuyo periodo es de 12 horas. Estas mareas tiene variaciones mensuales y anuales, para las cuales durante los equinoccios de primavera y otoño se dan las mayores amplitudes, sin embargo su periodo es siempre constante. Esto significa que se producen variaciones de las corrientes generadas por marea a lo largo del año. Para observar este comportamiento se realizaron mediciones de corrientes con poca amplitud de marea, el 14 de abril 2008, definidas como mareas muertas, y se midieron las corrientes durante las mareas con amplitudes altas, mareas vivas, el 6 de mayo. En los gráficos 3.1 y 3.2 se muestran la variación de las mareas en Abril, y Mayo.

Gráfico 3.1: Variación de mareas en Abril 2008.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

Gráfico 3.2: Variación de mareas en Mayo 2008.



Fuente: Instituto Meteorológico Nacional

Para el estudio del fenómeno de mareas se han definido valores estadísticos basados en promedios de las mediciones del nivel del mar durante largos periodos de tiempo en sitios cercanos. Esto por cuanto se sabe que la variación de la amplitud de las mareas entre estos sitios es baja, y el desfase en tiempo es menor de 20 minutos. Se tomaron en cuenta las variaciones de marea en Puntarenas, en el cual se cuenta con registro histórico de más de 40 años y las mareas de Puerto Caldera, ambos se encuentran a una distancia de 33 km. Se utilizaron promedios de los valores extremos ocurridos en determinadas épocas. Algunos parámetros de interés se muestran en el cuadro 3.2.

La estimación de los niveles mostrados en el Cuadro 3.2, se llevó a cabo a partir de los parámetros para Puntarenas incluidos en el "Estudio del proyecto para el mantenimiento de Puerto Caldera", mareas estudiadas para los años 1942-1956 y 1974-1976.

Cuadro 3.2. Niveles de marea para Jacó

Niveles de mareas de Jacó, Calibrados	
M.H.H.W.S.	1.51
M.H.W.S.	1.44
M.H.H.W.	1.24
M.H.W.	1.16
M.S.L.	0
M.L.W.	-1.16
M.L.L.W.	-1.22
C.D.L.	-1.4
M.L.W.S.	-1.44
M.L.L.W.S.	-1.52

4. Modelación de Corrientes por Mareas en Playa Jacó

4.1 Modelo Computacional

Para realizar el análisis hidrodinámico se utilizan los siguientes programas computacionales

- Autocad 2008
- Acualab 2001

Además de la siguiente información básica

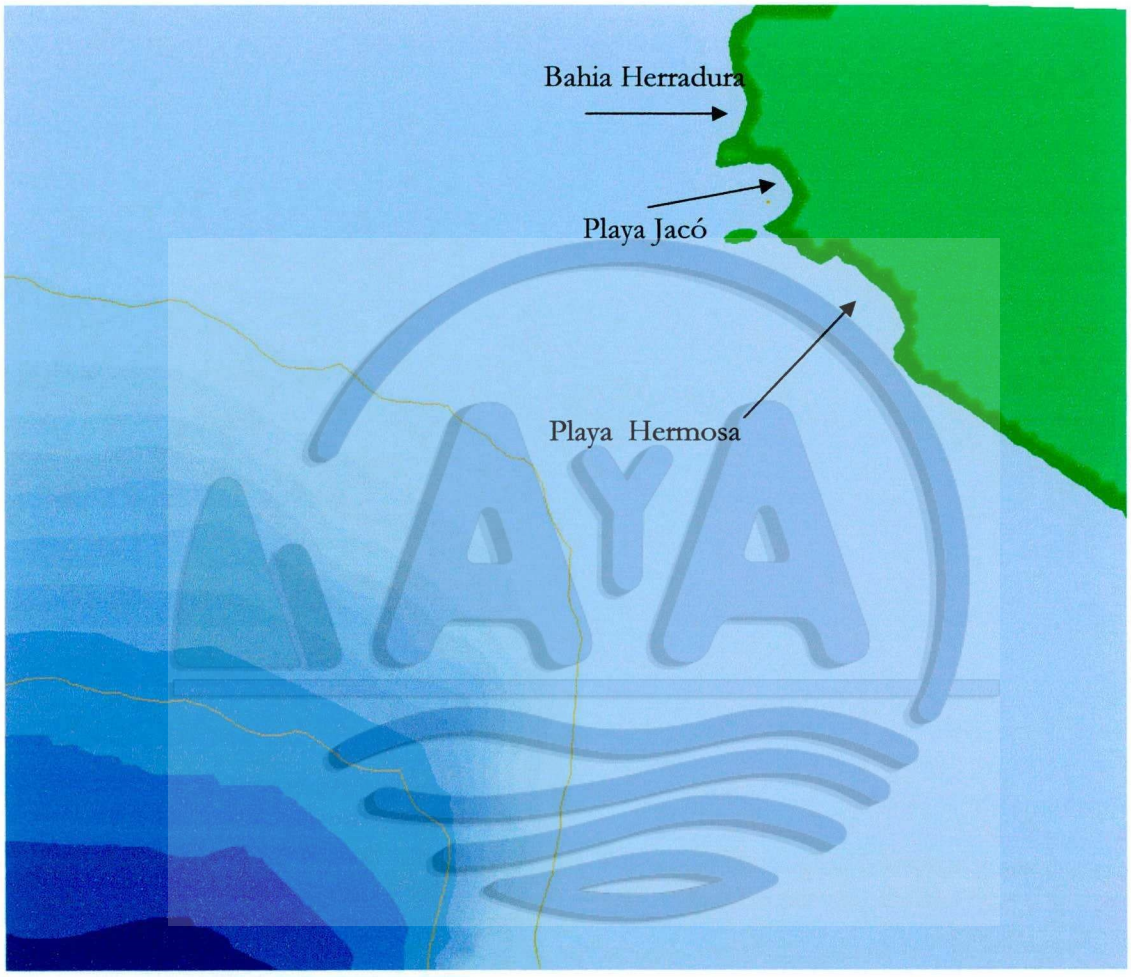
- Batimetría Submarina en cuestión, suministrada por la división de obras portuarias del MOPT y obtenida mediante levantamiento in situ.
- Registro del comportamiento de las mareas en la zona suministrado por el Instituto Meteorológico Nacional.(IMN)
- Cálculo de Corrientes

El cálculo de corrientes para la zona del proyecto se realizó por medio del Modelo Numérico de Corrientes Maréales y Dispersión de Contaminantes AQUALAB 2001, Desarrollado por los Grupos de Emisarios Submarinos y Saneamiento Litoral, y de Ingeniería Oceanográfica y de Costas del Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria, íntegramente con el Grupo de Ingeniería Oceanográfica.

El modelo calcula las corrientes maréales y permite mostrar el comportamiento de las velocidades, caudales y dispersión de contaminantes marinos en la zona de costa a lo largo del ciclo de marea.

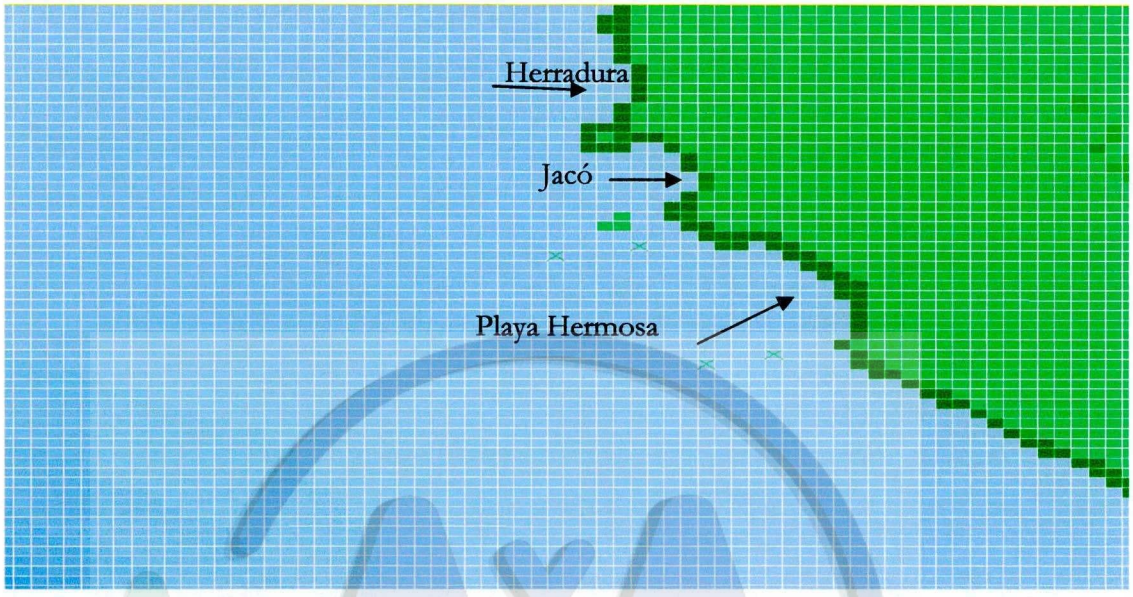
En la figura 4.1 se presenta la zona modelada con el programa AquaLab, incluye Playa Jacó, Herradura y parte de Playa Hermosa.

Figura 4.1. Área de estudio modelada



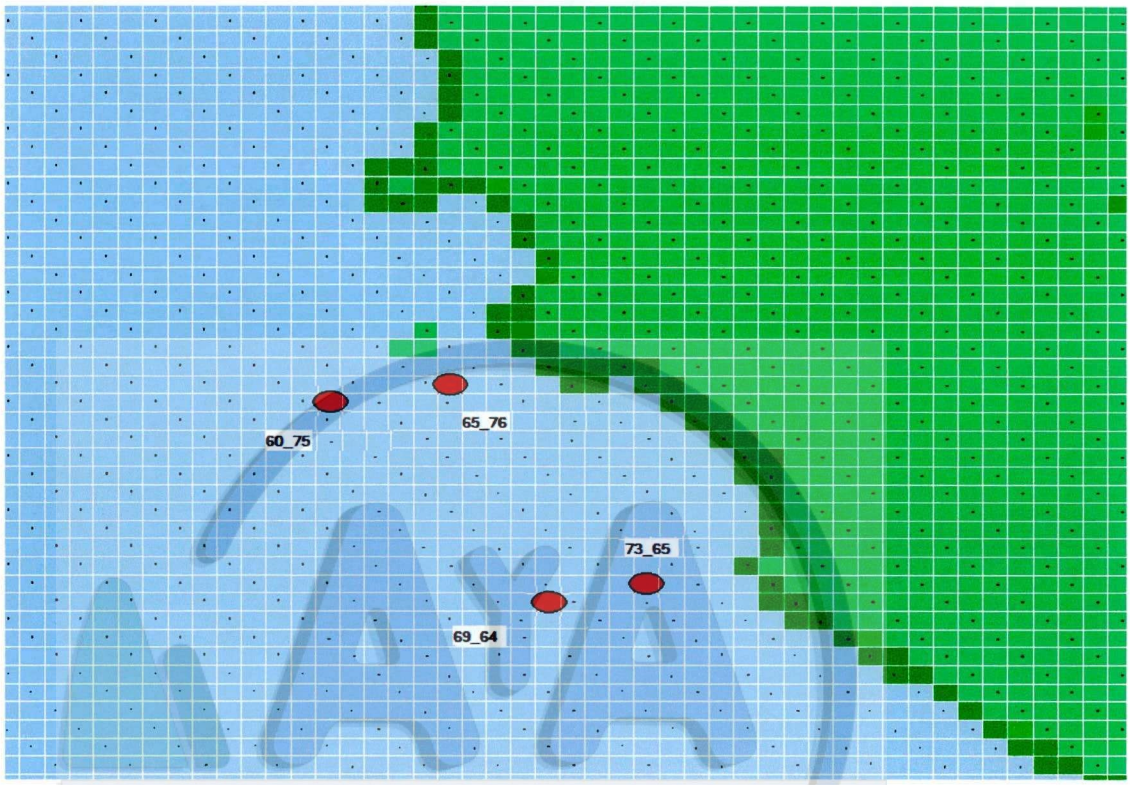
Para el estudio de corrientes se utilizó una malla de 50 por 50 metros de resolución, ver figura 4.2. Se analizaron dos condiciones de marea: La primera fue la del 14 de abril (marea muerta) que presentó un periodo de 45200 segundos (12.5 horas) y una amplitud de 1.8 metros. El otro caso analizado es el de el día 6 de mayo (marea viva) con un periodo de 43200 segundos (12 horas) y una amplitud de 2.7 metros. Destacando que en ambas fechas se realizaron mediciones in situ.

Figura 4.2. Malla 50 x 50



Para cuantificar el cambio en las corrientes y caudales, se ubicaron cuatro puntos de control los cuales registran los valores de velocidad de las corrientes que se presentan y los caudales que están circulando durante el periodo de análisis, según la figura 4.3

Figura 4.3. Puntos de control



4.2 CASO 1: Día 16 de abril ("Mareas Muerta")

El comportamiento de las corrientes se presenta en las siguientes figuras desde la 4.2.1, hasta la 4.2.6. Los cuadros corresponden a un ciclo completo de marea, iniciando el ciclo en marea alta. Las flechas indican la dirección de la velocidad del agua y el tamaño corresponde a la magnitud de la velocidad.

Figura 4.2.1. Modelo en hora cero. Comentario: Marea alta en hora cero

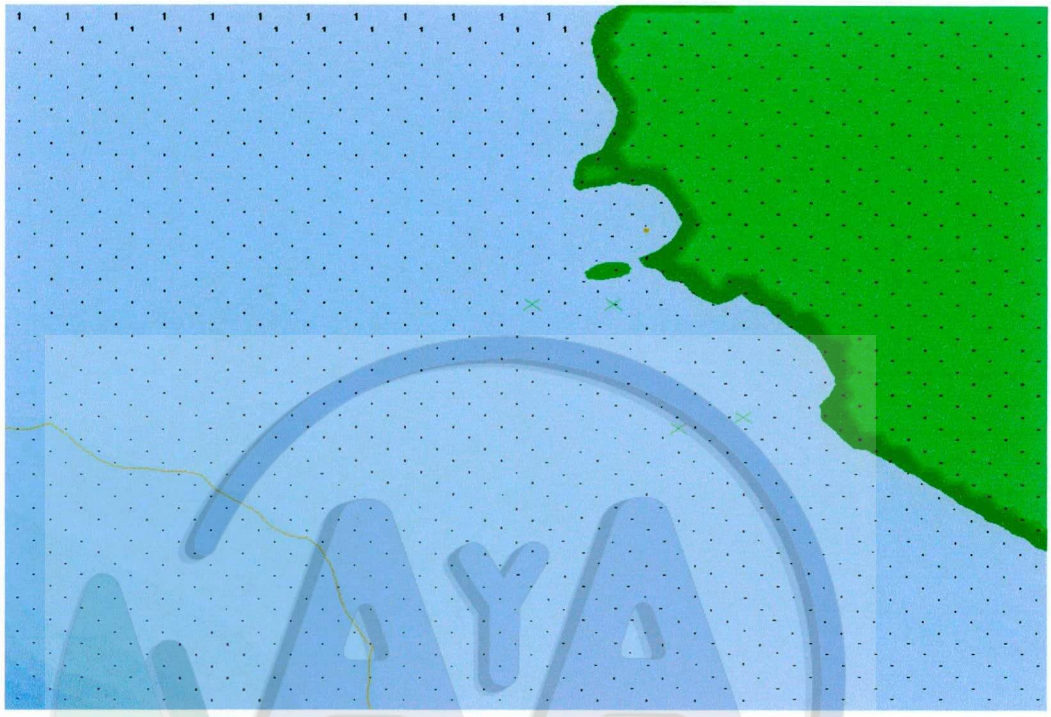


Figura 4.2.2. Modelo en hora tres. Comentario: Comienza a Bajar la marea

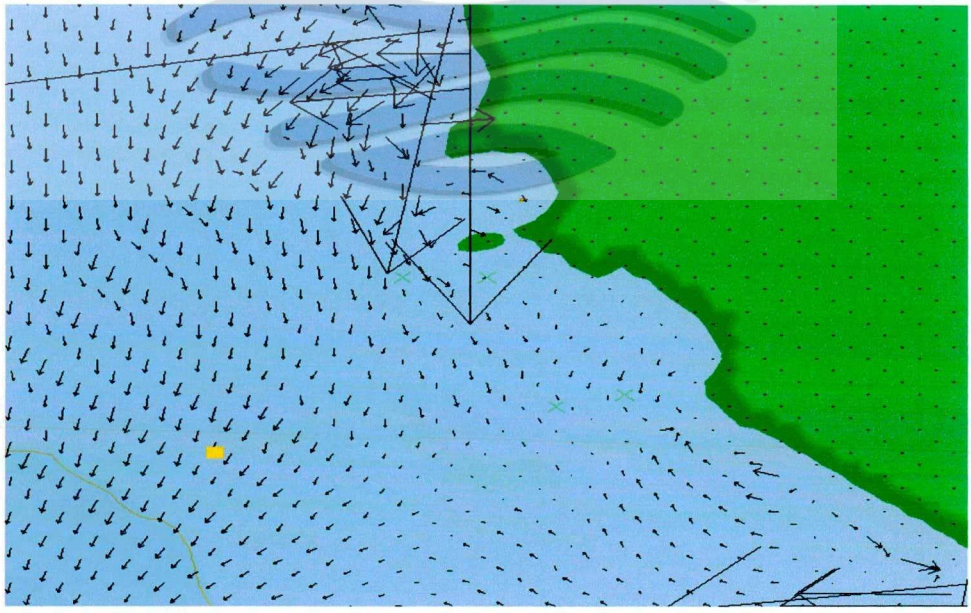


Figura 4.2.3. Modelo en hora seis. Comentario: Se termina de bajar la marea.

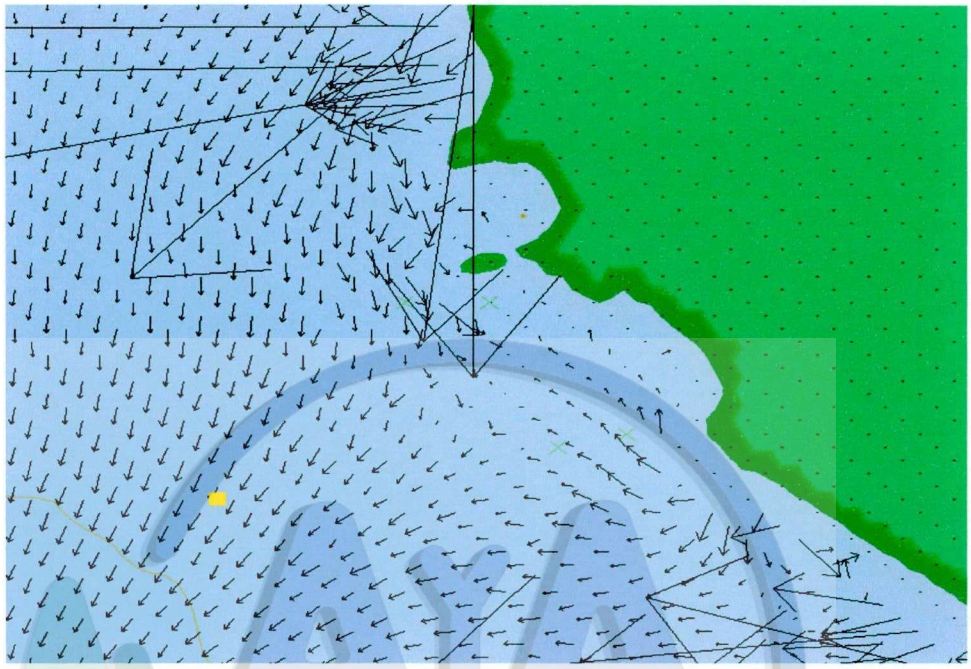


Figura 4.2.4: Modelo en hora nueve. Comentario: Comienza a subir la marea

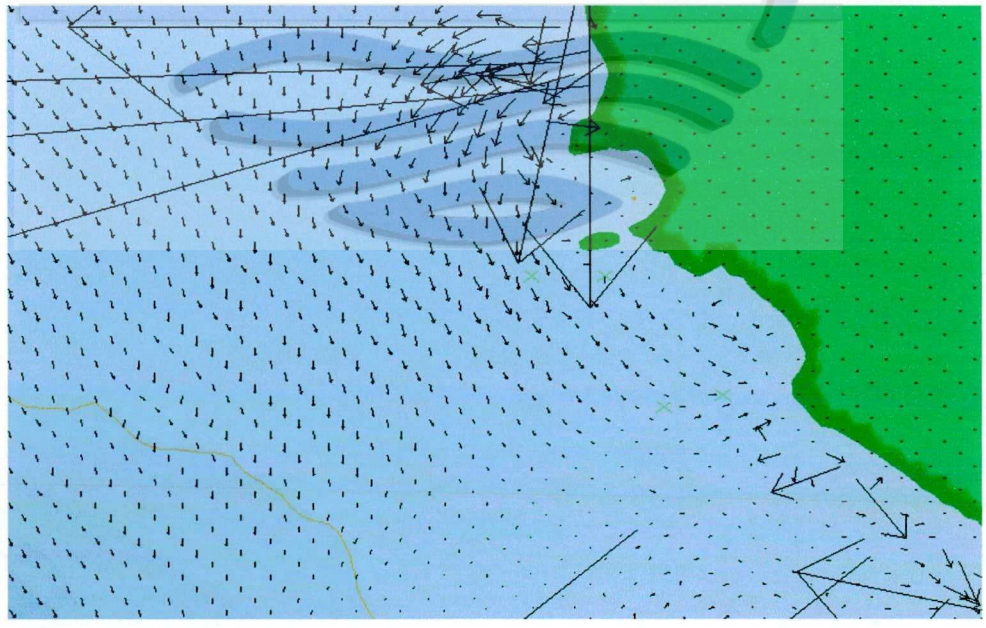


Figura 4.2.5. Modelo en hora nueve. Comentario: Comienza a subir la marea

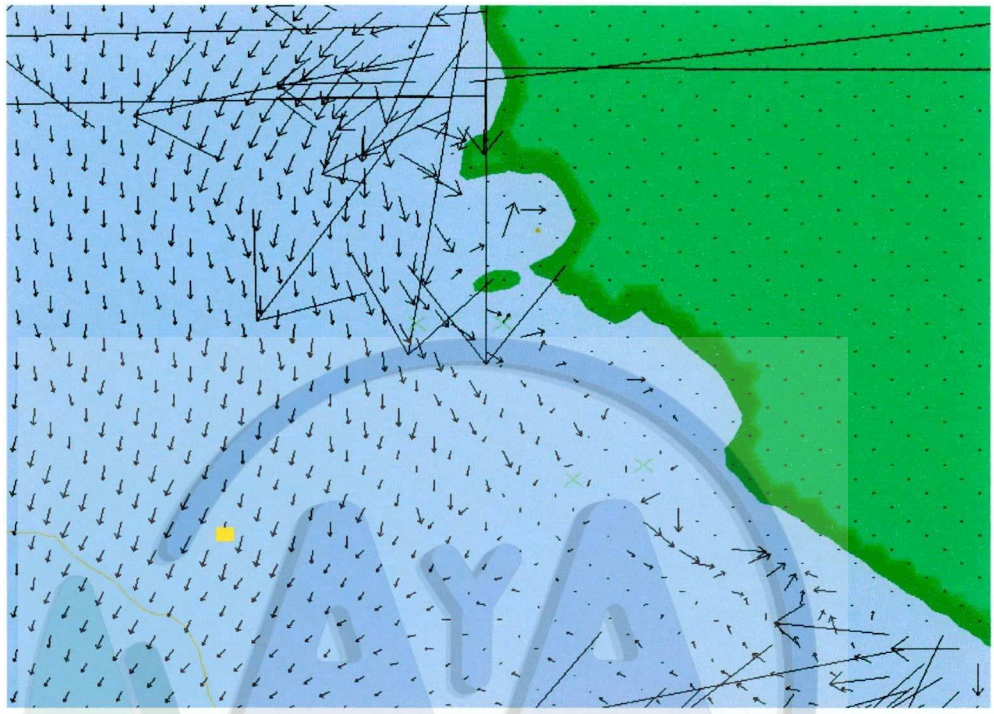


Figura 4.2.6.. Modelo en hora diez. Comentario: Sigue subiendo la marea

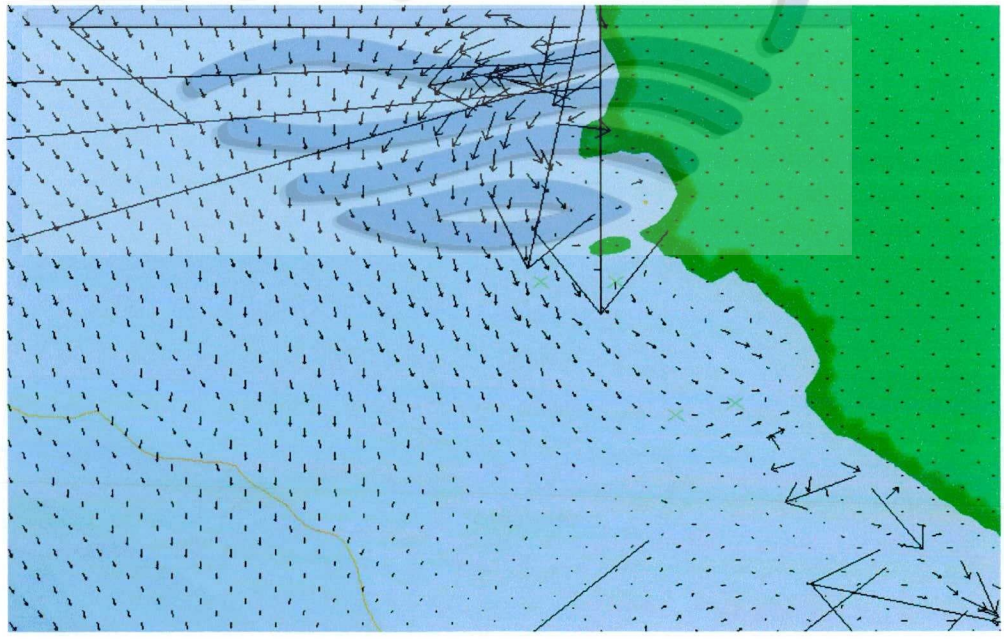
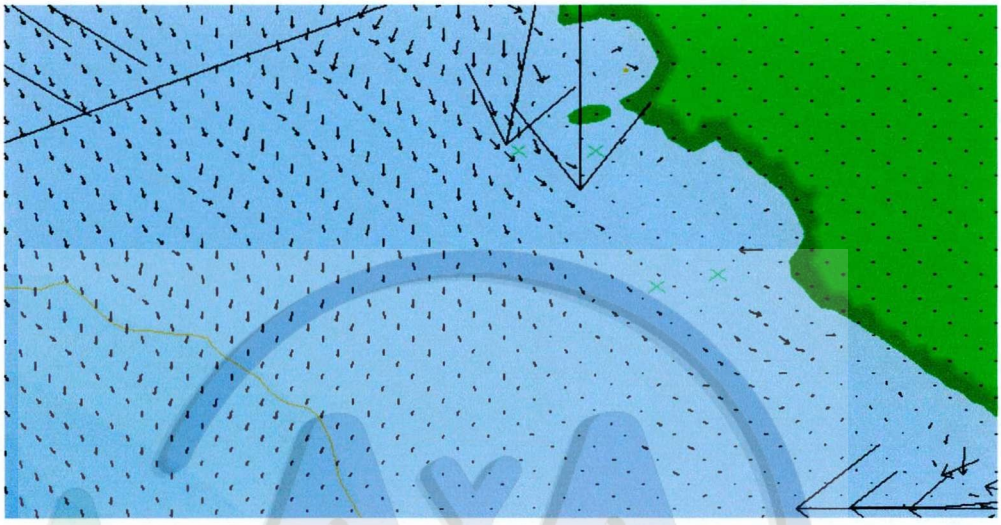


Figura 4.2.7. Modelo en hora doce. Comentario: Se termina el ciclo completo de marea



4.3 CASO 2: Día 6 de mayo (Marea Viva)

Para este día se muestran las siguientes figuras, desde la 4.3.1 hasta la figura 4.3.6

Figura 4.3.1. Modelo en hora cero. Comentario: Marea alta en hora cero

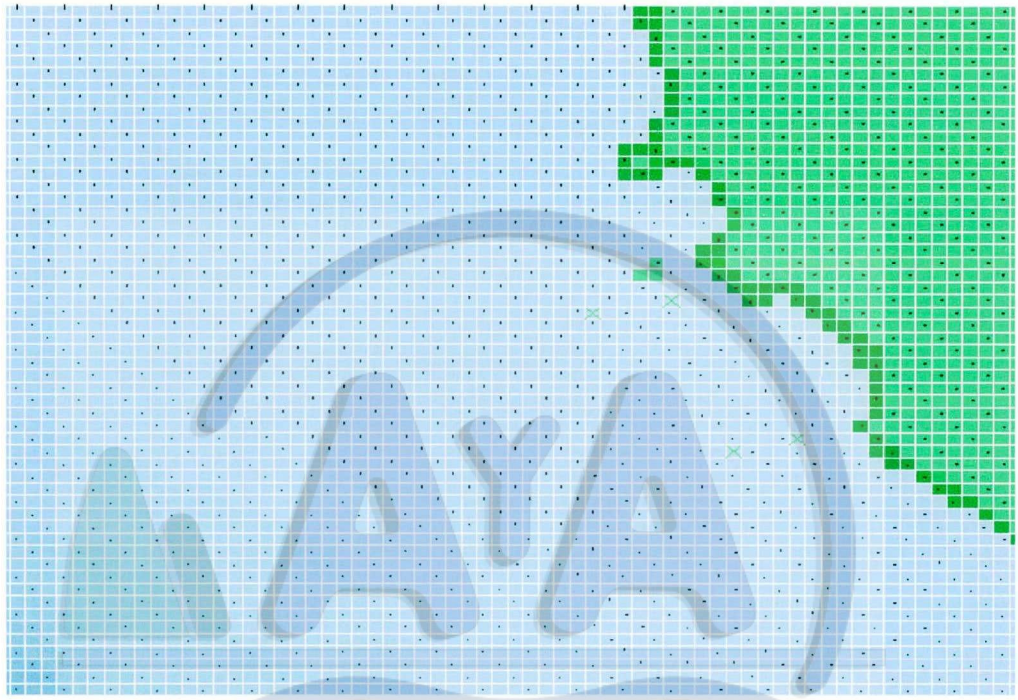


Figura 4.3.2. Modelo en hora tres. Comentario: Comienza a Bajar la marea

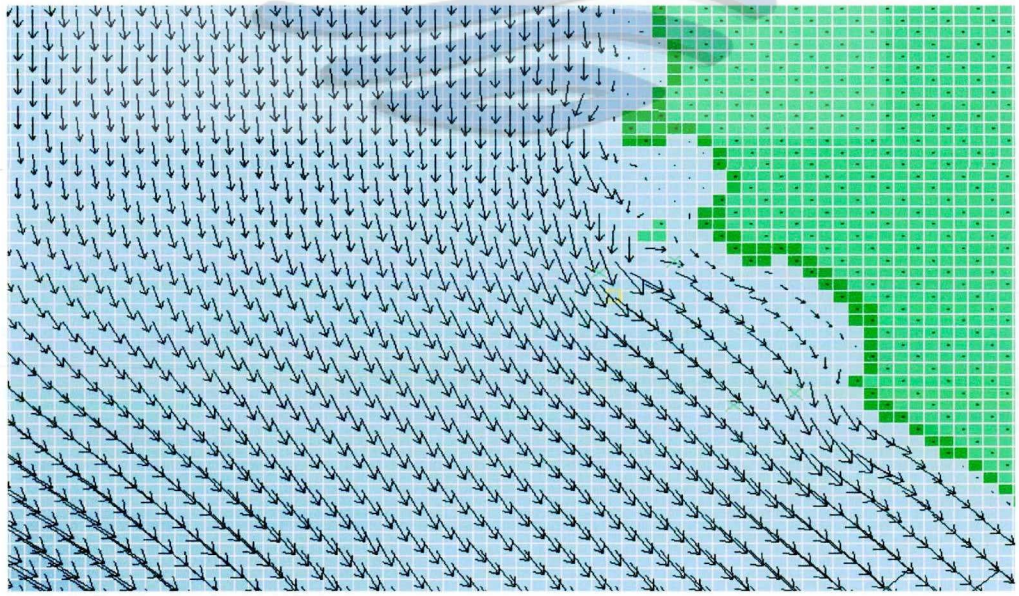
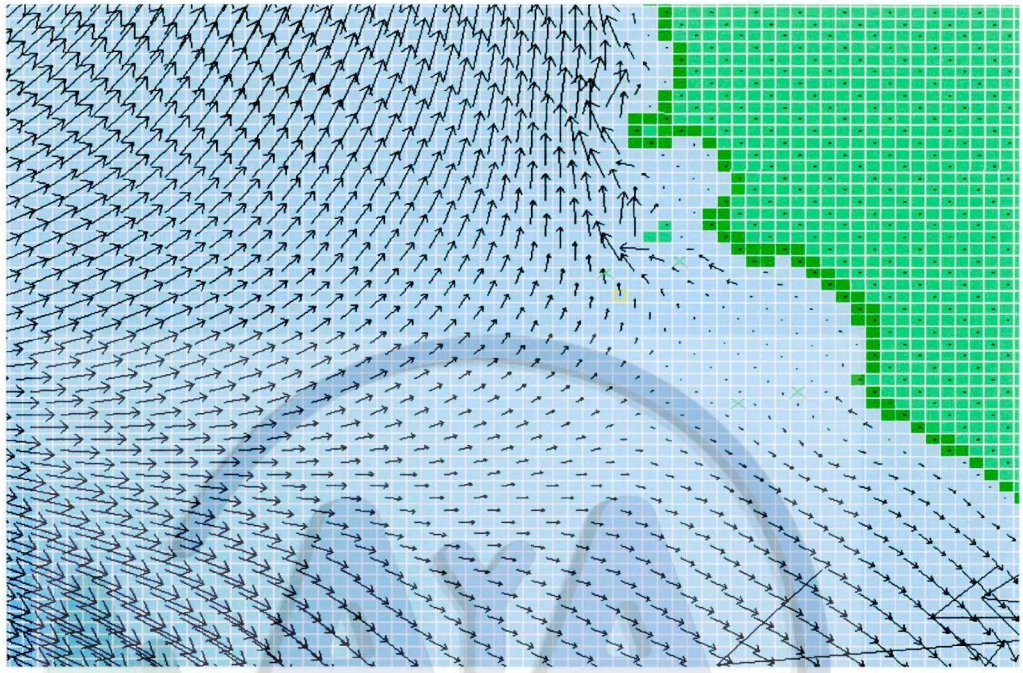


Figura 4.3.3. Modelo en hora seis. Comentario: Se termina de bajar la marea



.Figura 4.3.4. Modelo en hora nueve. Comentario: Comienza a subir la marea

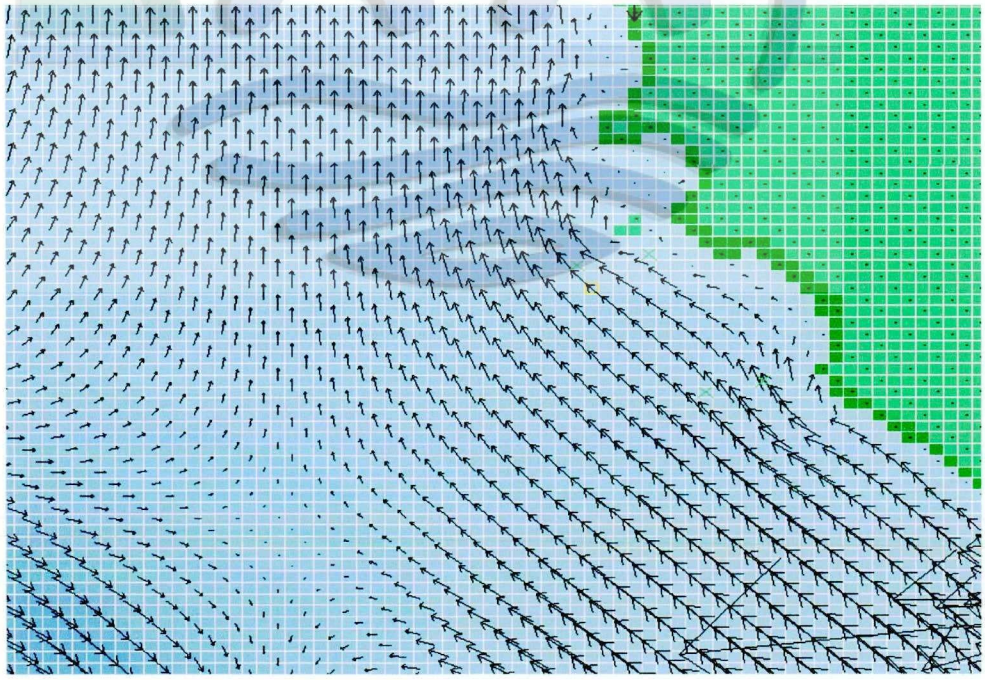


Figura 4.3.5: Modelo en hora once. Comentario: Sigue subiendo la marea

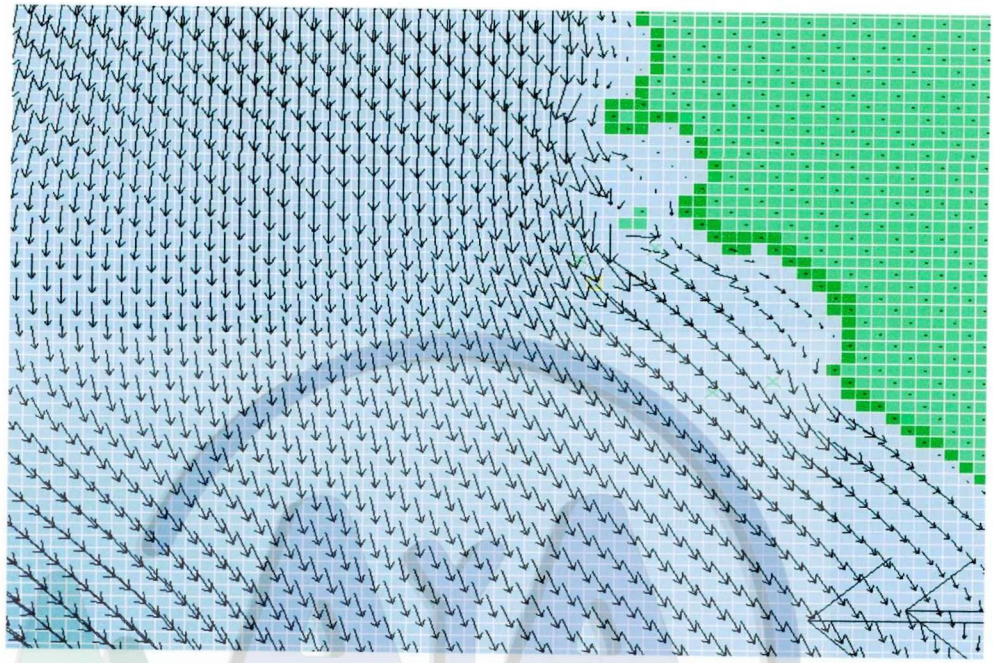
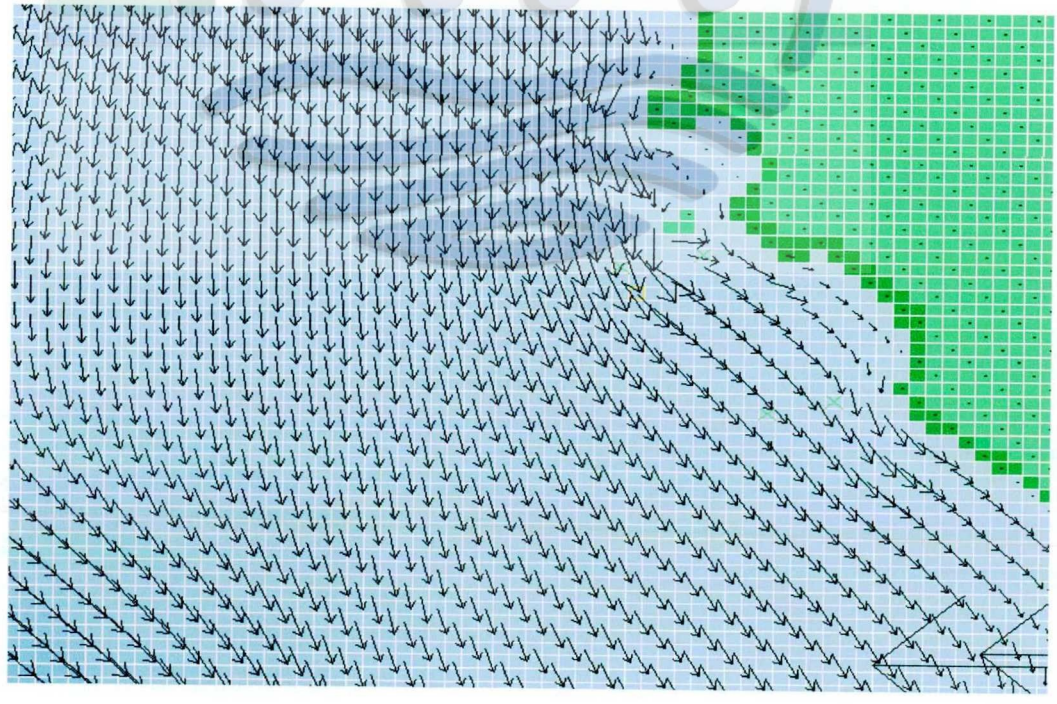


Figura 4.3.6: Modelo en hora doce. Comentario: Se termina el ciclo completo de marea



En el siguiente cuadro 4.3.1 se presenta las velocidades máximas registradas en los puntos de chequeo para los dos casos analizados.

Cuadro 4.3.1. Velocidades máximas

Puntos de control	Velocidad Max. Caso 1 (m/s)	Azimut	Velocidad Max. Caso 2 (m/s)	Azimut
60_75	0.61	121.72	0.87	124.51
65_75	0.49	29.74	0.41	160.76
69_64	0.31	110.77	0.52	129.05
73_65	0.46	259.05	0.51	114.17

Es importante tomar en cuenta que en este modelo debido a la resolución de malla utilizada no se está tomando adecuadamente el efecto de la isla de Herradura. Esta genera una sombra sobre la corriente cuando estas viajan al sur-este.

Se puede ver que en el punto de control 60_75 se tienen las velocidades máximas para ambos casos analizados, presentándose una dirección de corriente sureste en dichos caso.

En cuanto a los puntos de control más cercanos a la costa (puntos 73_65 y 65_75), podemos observar, que se presenta un cambio de dirección. Para el punto 65_75 se observa que durante la marea muerta la corriente con mayor velocidad se dirige en dirección noreste y durante la marea viva lo hace hacia el sureste. En cuanto al punto 73_65 podemos observar que durante el caso 1 la corriente con mayor velocidad presenta una dilección suroeste y en el caso 2 esta se mueve al sureste.

4.4 Patrón de velocidades para cada uno de los puntos de control analizado en el modelo

CASO 1: Día 16 de abril (Marea Muerta)

Figura 4.4.1. Velocidades en el punto 60 75 Caso 1

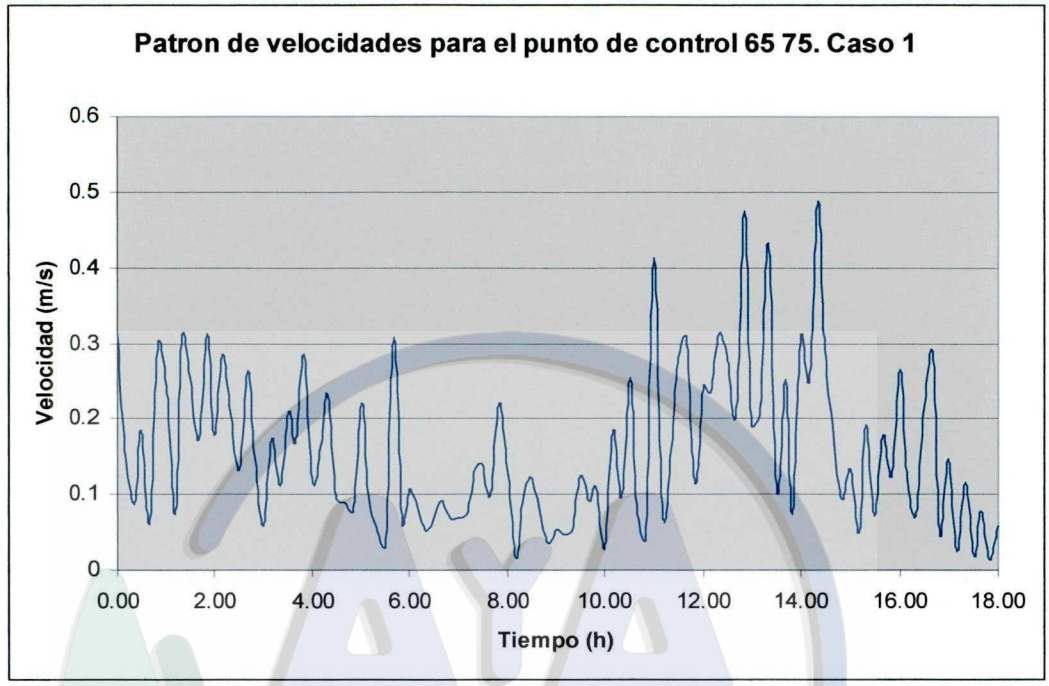


Figura 4.4.2. Velocidades en el punto 65 75 Caso 1

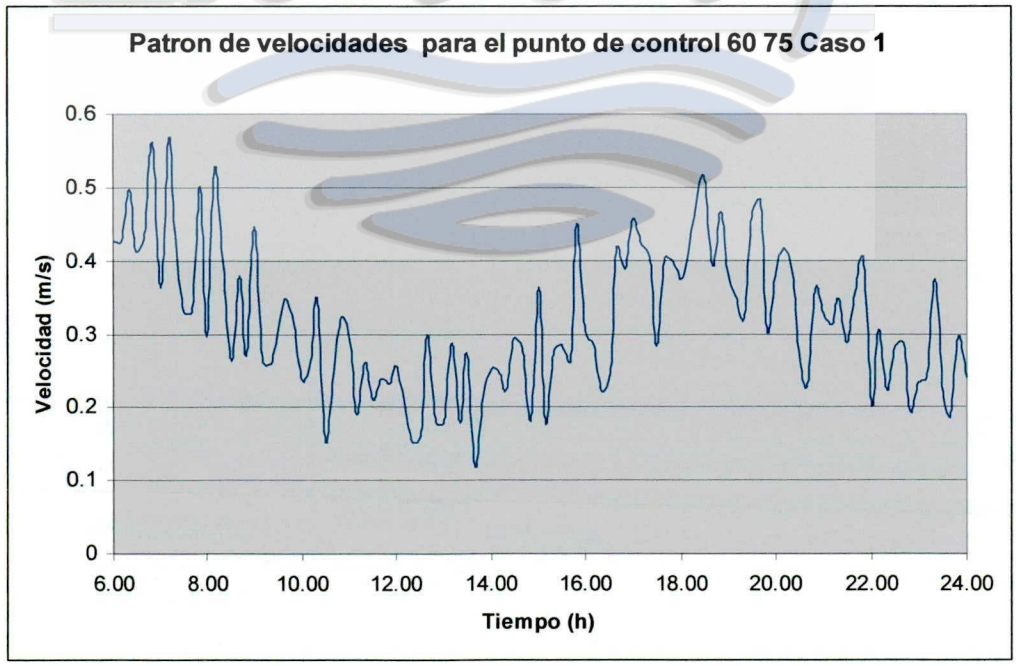


Figura 4.2.3. Velocidades en el punto 69 64 Caso 1

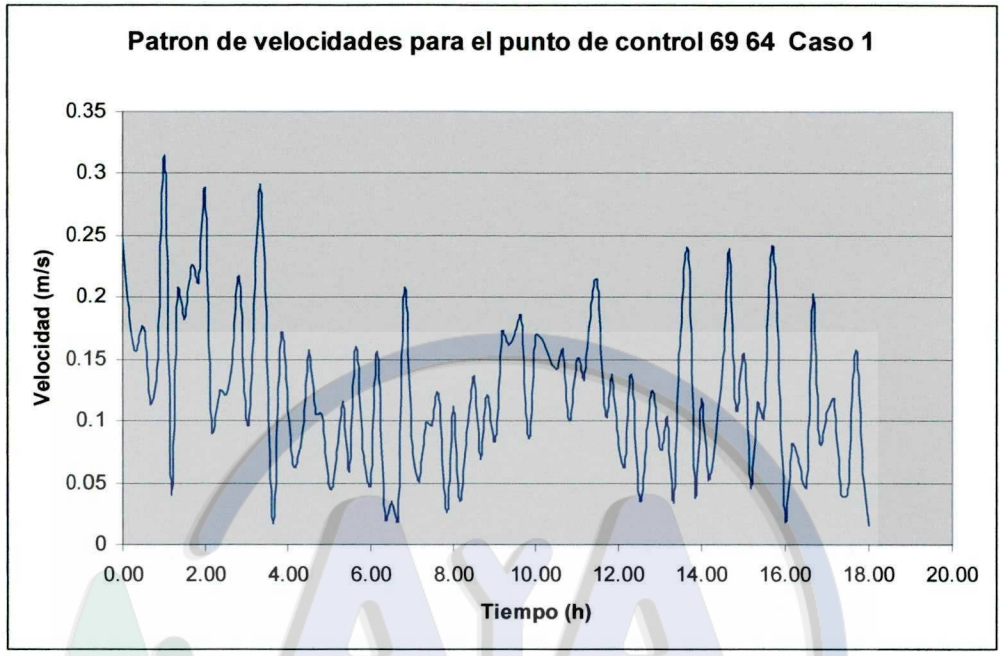
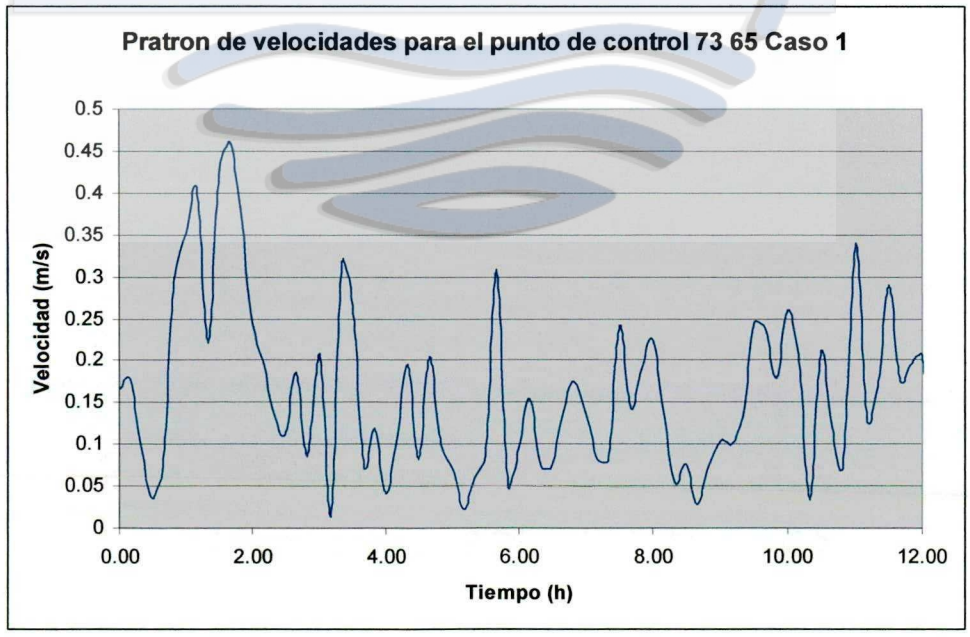


Figura 4.2.4. Velocidades en el punto 73065 Caso 1



CASO 2: Día 6 de mayo (Marea Viva)

Figura 4.2.5. Velocidades en el punto 60 75 Caso 2

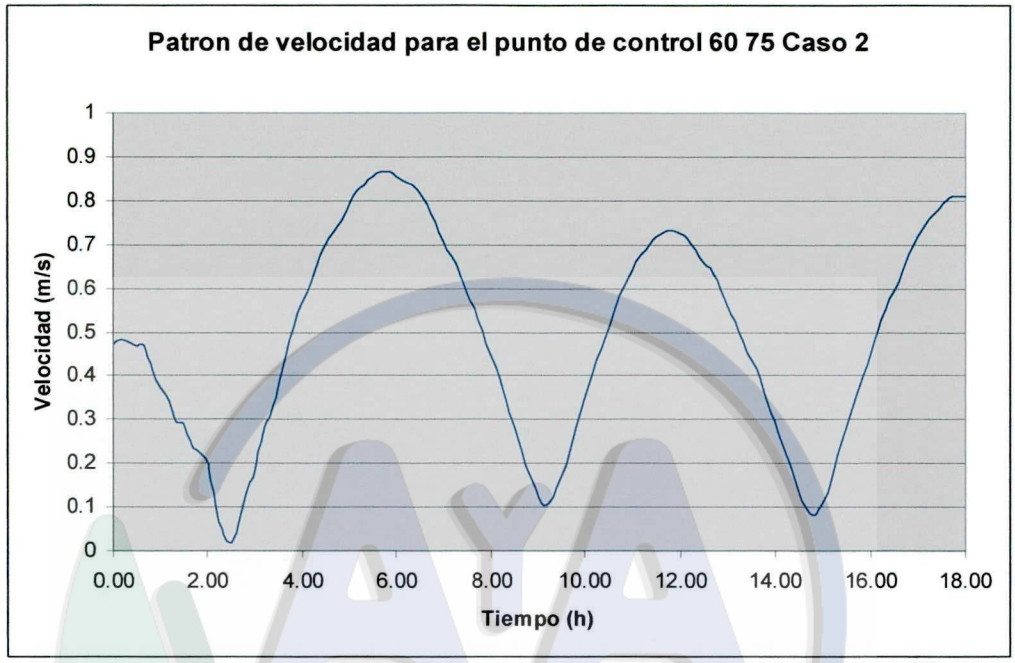


Figura 4.2.6. Velocidades en el punto 69 64 Caso 2

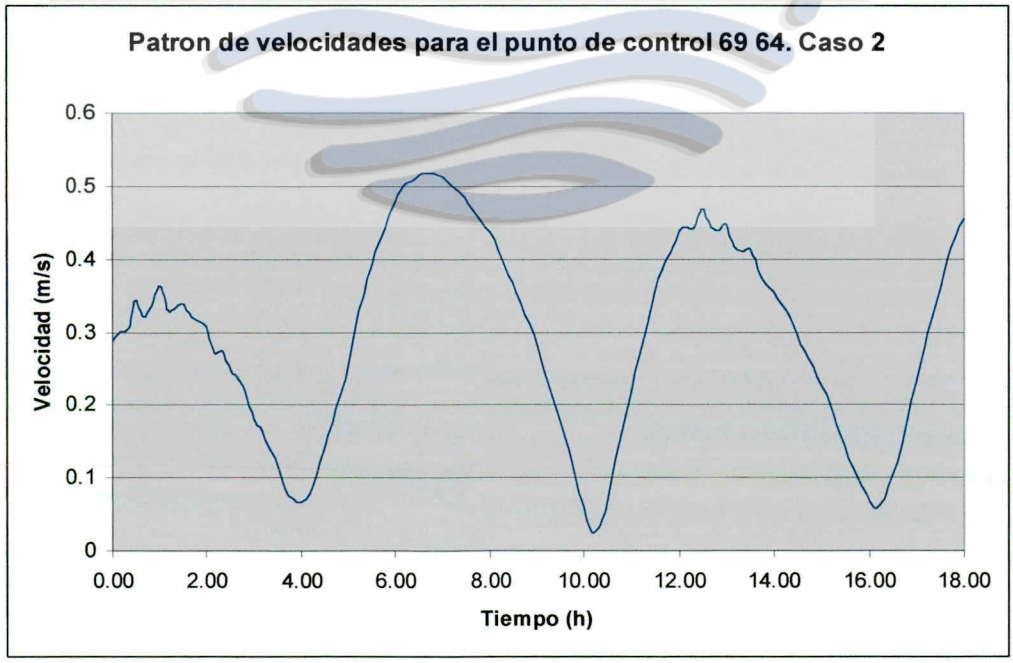
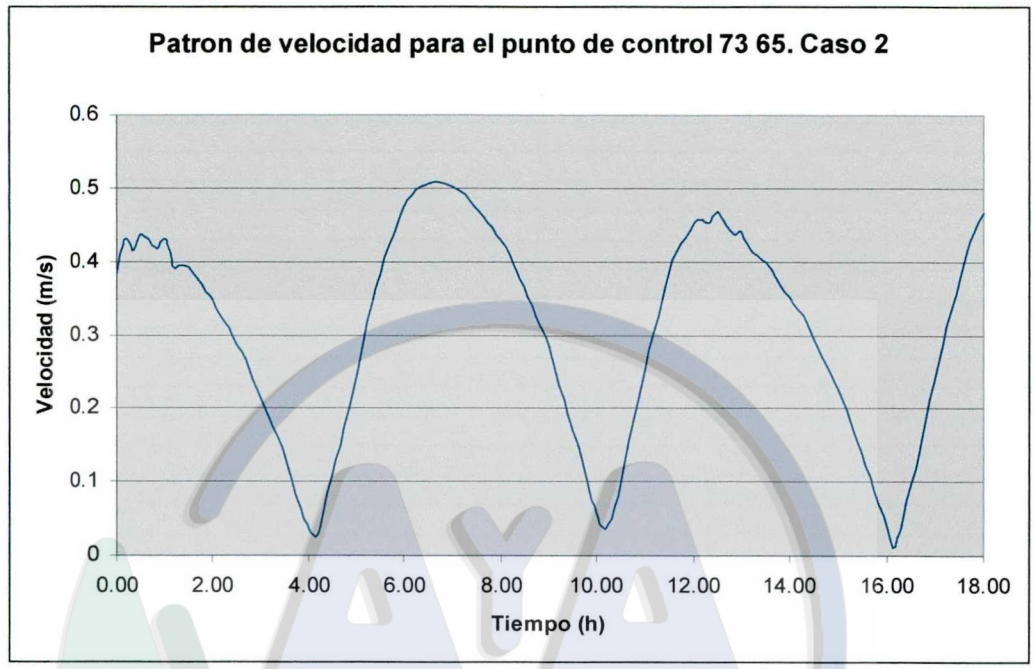


Figura 4.2.7: Velocidades en el punto 73 65 Caso 2



5. Medición de Corrientes en el sitio

Debido a que las mareas varían según el tiempo del mes, teniendo estas máximos y mínimos, se realizaron mediciones de corrientes durante 2 periodos del mes. Se escogió realizar las primeras mareas el 14 de Abril 2008, cuando la variación de estas es mínima, con una amplitud de 1.8 metros, obteniendo las condiciones de mareas para cuando se esperan las menores corrientes. Por otro lado también se midieron las condiciones de marea en el máximo mensual del 6 de mayo del 2008. Durante este periodo la amplitud de la marea fue de 2.70, .90 metros más de columna de agua que durante el 14 de abril. Se utilizaron derivadores de 2 y 3 metros de longitud.

La variación de la marea durante estos 2 periodos se muestra en las láminas 2, y 3.

Los resultados de la medición es mareas durante el 6 mayo se muestra en las láminas 4 y 5. En estas se observa que la dirección de oleaje de cuando la marea sube es hacia el Sur-Suroeste, la velocidad promedio es de 0.30 m/seg. Cuando la marea va bajando la dirección cambia hacia el Oeste Noroeste. Con una velocidad promedio de 0.40 m/seg. Se registraron valores de hasta 1 m/s al alejarse de la costa.

Durante las "mareas muertas" o de poca amplitud las velocidades fueron menores. Cuando la marea sube la dirección medida fue hacia el Oeste, y con velocidades de

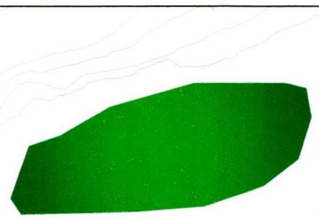
entre 0.06 y 0.7 m/s, y cuando la marea baja la dirección fue oeste noroeste, con velocidades de 0.5m/s.

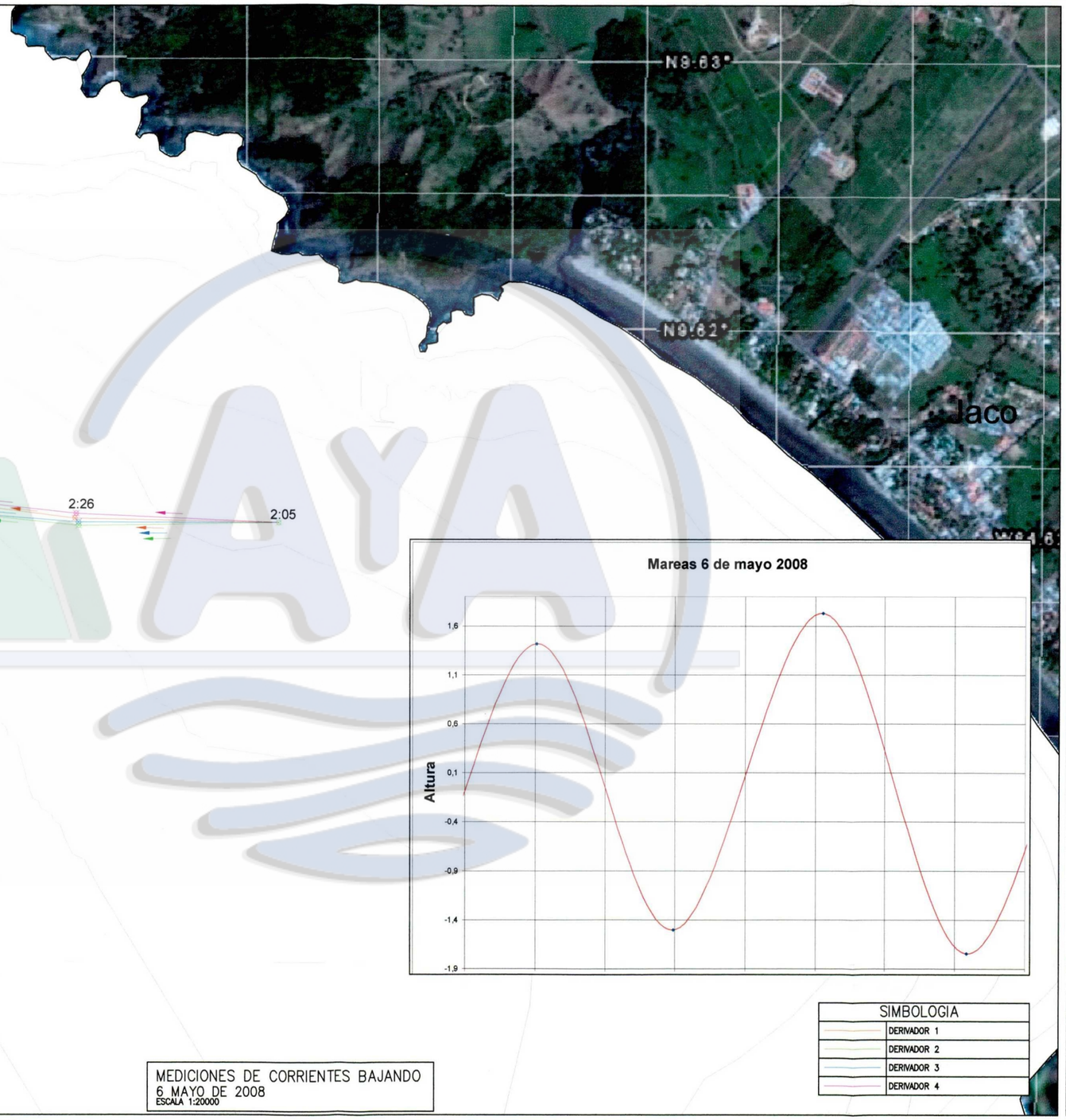
No se encontró una diferencia significativa entre los derivadores de 2 y 3 metros, lo que indica que el perfil de corrientes es homogéneo en estas profundidades.

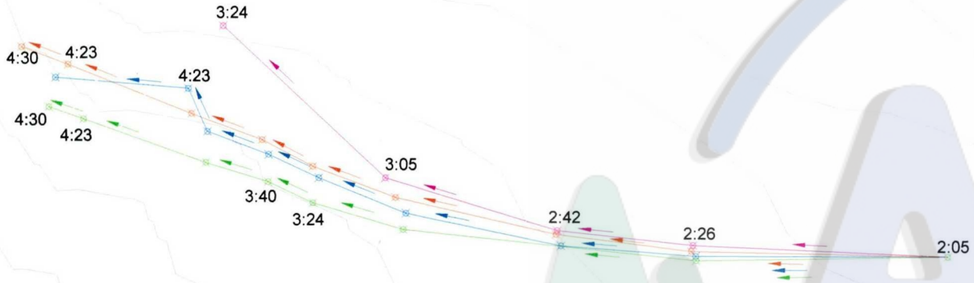
Figura 5.1: Sitio de medición de corriente



Ver Láminas 2, 3, 4 y 5.







CUADRO DE VELOCIDADES				
HORA	DERIVADOR 1	DERIVADOR 2	DERIVADOR 3	DERIVADOR 4
2:05 a 2:26	0.68 m/s	0.67 m/s	0.67 m/s	0.68 m/s
2:26 a 2:42	0.47 m/s	0.42 m/s	0.47 m/s	0.47 m/s
2:42 a 3:05	0.40 m/s		0.38 m/s	0.44 m/s
3:05 a 3:24	0.26 m/s	0.25 m/s	0.27 m/s	0.65 m/s
3:24 a 3:40	0.20 m/s	0.17 m/s	0.19 m/s	
3:40 a 3:57	0.25 m/s	0.21 m/s	0.21 m/s	
3:57 a 4:23	0.28 m/s	0.28 m/s	0.10 m/s	
4:23 a 4:30	0.40 m/s	0.29 m/s	1.07 m/s	

MEDICIONES DE CORRIENTES BAJANDO
6 MAYO DE 2008
ESCALA 1:20000

SIMBOLOGIA
DERIVADOR 1
DERIVADOR 2
DERIVADOR 3
DERIVADOR 4

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

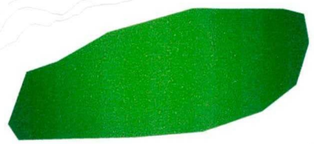
PROVINCIA: 6°	CANTÓN: 11°	DISTRITO: 1°
PUNTARENAS	GARABITO	JACO

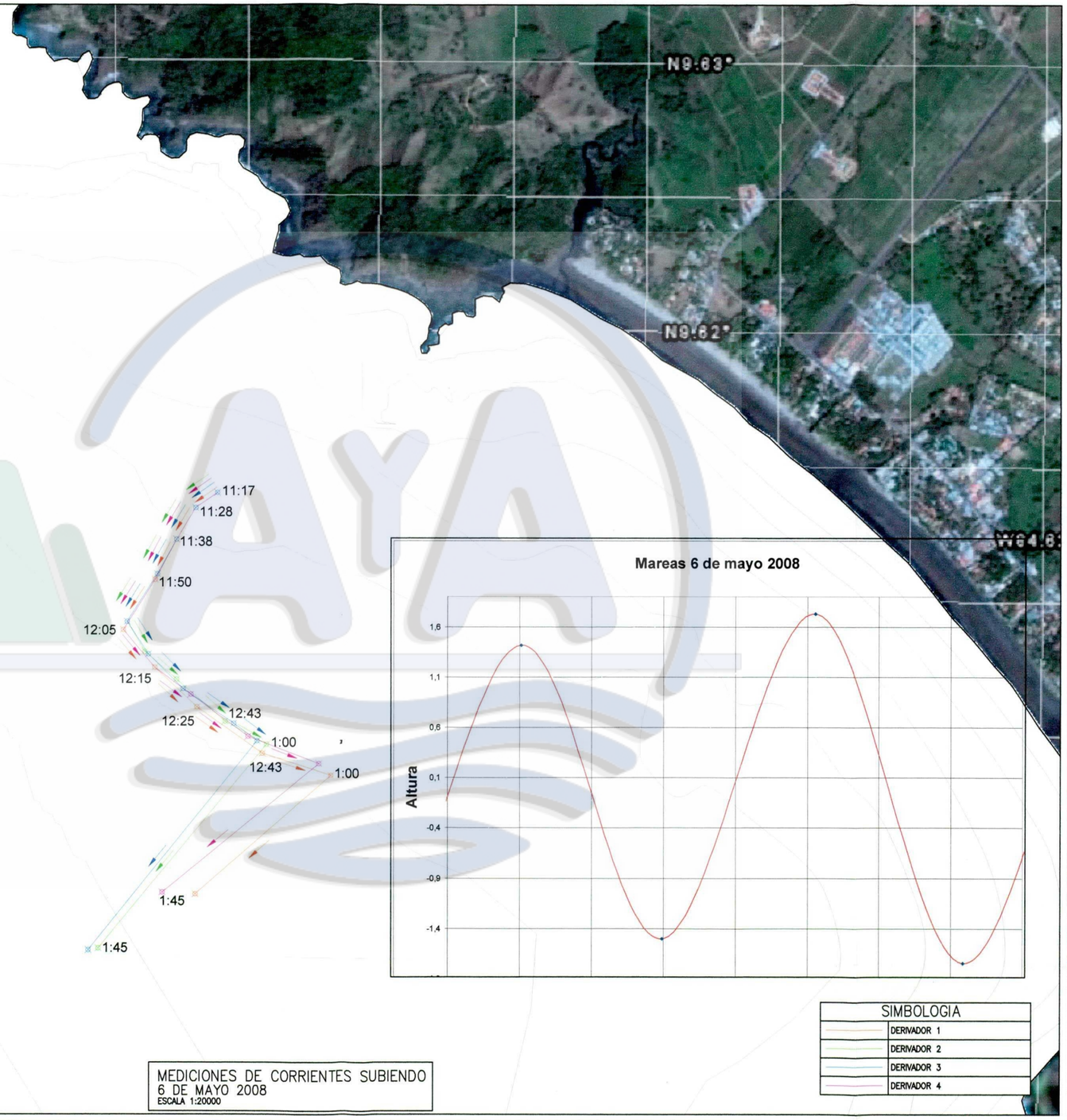
SEINCO

HIDROTECNIA
Consultores S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
MEDICIONES DE CORRIENTES
MAREA BAJANDO

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	2





CUADRO DE VELOCIDADES				
HORA	DERIVADOR 1	DERIVADOR 2	DERIVADOR 3	DERIVADOR 4
11:17 a 11.28	0.16 m/s	0.16 m/s	0.16 m/s	0.16 m/s
11:28 a 11:38	0.26 m/s	0.26 m/s	0.26 m/s	0.26 m/s
11:38 a 11:50	0.26 m/s	0.23 m/s	0.23 m/s	0.26 m/s
11:50 a 12:05	0.23 m/s	0.26 m/s	0.26 m/s	0.28 m/s
12:05 a 12:15	0.34 m/s	0.24 m/s	0.27 m/s	0.34 m/s
12:15 a 12:25	0.40 m/s	0.29 m/s	0.34 m/s	0.31 m/s
12:25 a 12:43	0.31 m/s	0.25 m/s	0.24 m/s	0.27 m/s
12:43 a 1:00	0.29 m/s	0.19 m/s	0.12 m/s	0.31 m/s
1:00 a 1:45	0.28 m/s	0.41 m/s	0.42 m/s	0.31 m/s

SIMBOLOGIA
DERIVADOR 1
DERIVADOR 2
DERIVADOR 3
DERIVADOR 4

MEDICIONES DE CORRIENTES SUBIENDO
6 DE MAYO 2008
ESCALA 1:20000

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

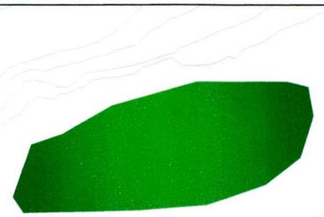
PROVINCIA: 6ª PUNTARENAS	CANTÓN: 11ª GARABITO	DISTRITO: 1ª JACO

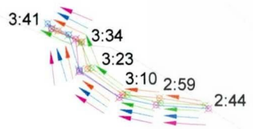
SEINCO

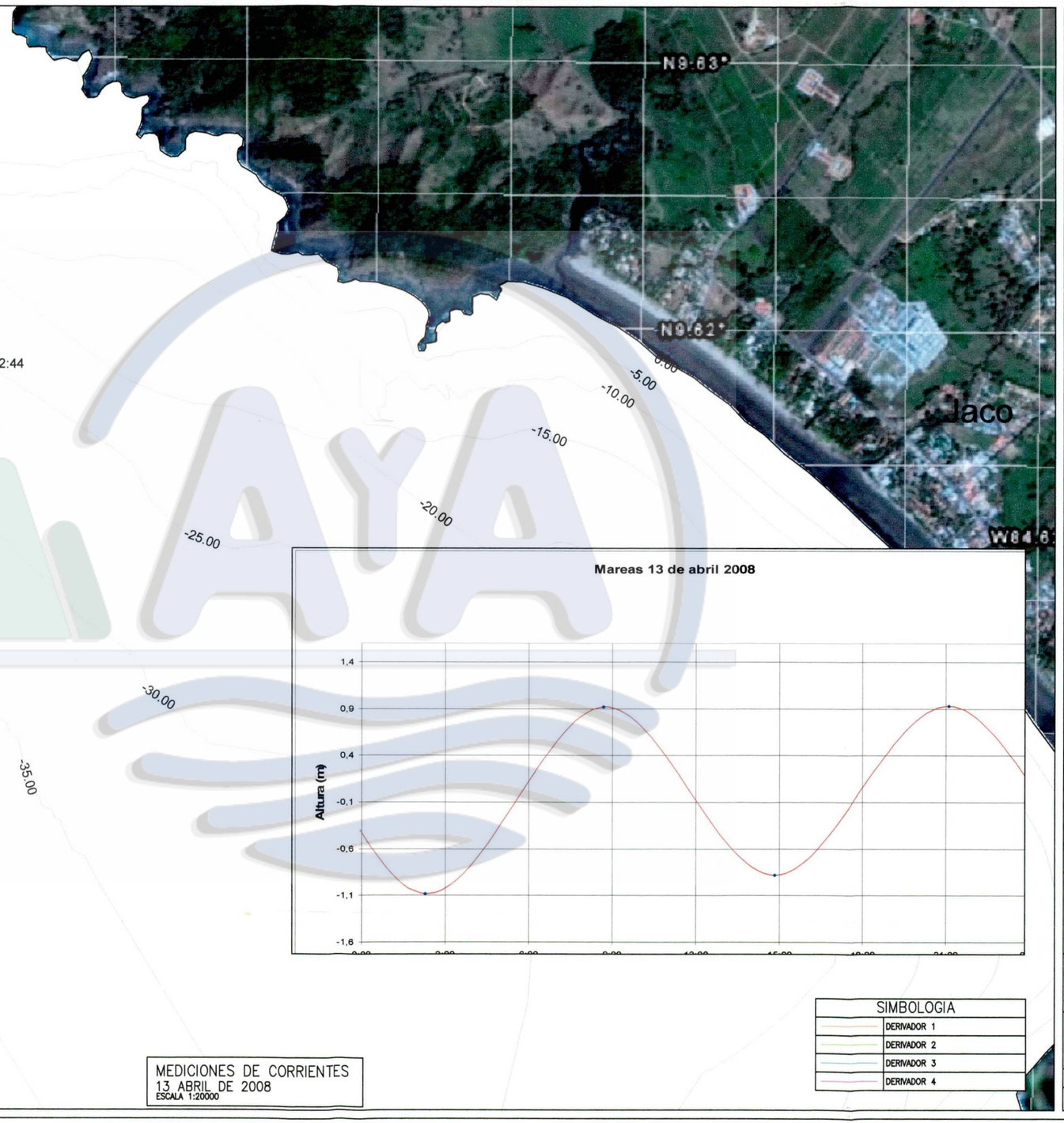
HIDROTECNIA CONSULTORES S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
MEDICIÓN DE CORRIENTES
MAREA SUBIENDO

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	3







CUADRO DE VELOCIDADES				
HORA	DERIVADOR 1	DERIVADOR 2	DERIVADOR 3	DERIVADOR 4
2:44 a 2:59	0.17 m/s	0.16 m/s	0.19 m/s	0.19 m/s
2:59 a 3:10	0.18 m/s	0.17 m/s	0.19 m/s	0.19 m/s
3:10 a 3:23	0.18 m/s	0.19 m/s	0.20 m/s	0.20 m/s
3:23 a 3:34	0.14 m/s	0.13 m/s	0.18 m/s	0.16 m/s
3:34 a 3:41	0.20 m/s	0.25 m/s	0.19 m/s	0.21 m/s

SIMBOLOGIA
DERIVADOR 1
DERIVADOR 2
DERIVADOR 3
DERIVADOR 4

MEDICIONES DE CORRIENTES
13 ABRIL DE 2008
ESCALA 1:20000

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6ª PUNTARENAS	CANTÓN: 11ª GARABITO	DISTRITO: 1ª JACO

SEINCO

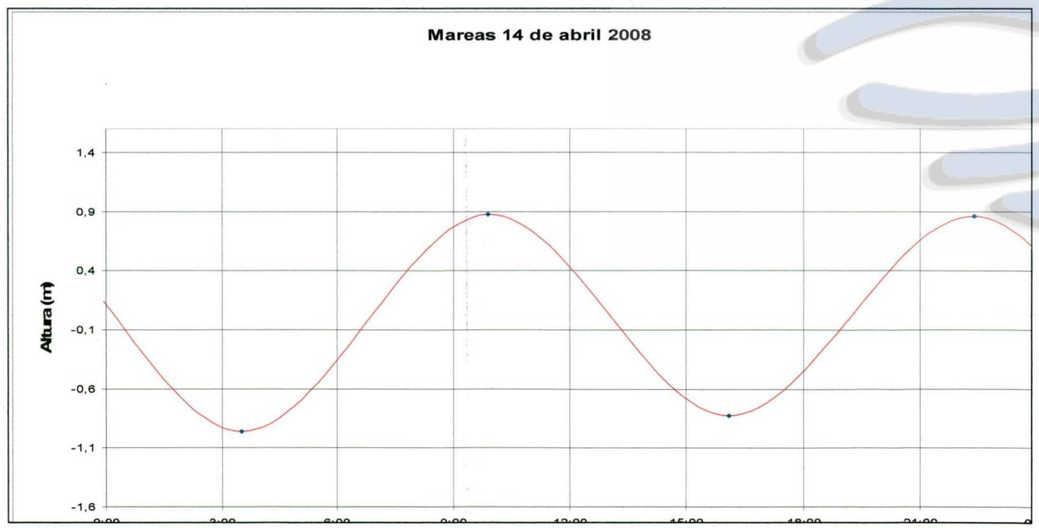
HIDROTECNIA CONSULTORES S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-62
San José, Costa Rica

WATERMARK S.A.

CONTENIDO:
MEDICIÓN DE CORRIENTES
MAREA SUBIENDO

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	4





MEDICIONES DE CORRIENTES
14 ABRIL DE 2008
ESCALA 1:20000

CUADRO DE VELOCIDADES

HORA	DERIVADOR 1	DERIVADOR 2	DERIVADOR 3	DERIVADOR 4
10:10 a 10:25	0.06 m/s	0.06 m/s	0.09 m/s	0.09 m/s
10:25 a 10:37	0.05 m/s	0.05 m/s	0.06 m/s	0.06 m/s
10:37 a 11:02	0.06 m/s	0.06 m/s	0.08 m/s	0.08 m/s
11:02 a 11:25	0.02 m/s	0.03 m/s	0.01 m/s	0.009 m/s
11:28 a 11:55	0.07 m/s	0.07 m/s	0.07 m/s	0.07 m/s
11:55 a 12:24	0.07 m/s	0.07 m/s	0.08 m/s	0.08 m/s
12:24 a 12:43	0.06 m/s	0.06 m/s	0.05 m/s	0.05 m/s
12:43 a 1:34	0.07 m/s	0.07 m/s	0.07 m/s	0.06 m/s

SIMBOLOGIA

DERIVADOR 1
DERIVADOR 2
DERIVADOR 3
DERIVADOR 4

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6°	CANTÓN: 11°	DISTRITO: 1°
PUNTARENAS	GARABITO	JACO

SEINCO
HIDROTECNIA
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

CONTENIDO:
MEDICIÓN DE CORRIENTES
MAREA BAJANDO

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	5

6. Modelación de Oleajes para Playa Jacó

Se realizó un estudio de las condiciones del oleaje en Jacó. Se tomaron en cuenta los oleajes de mar profundo, debido a su fuerte energía en la zona. Se estudiaron los oleajes con periodos de retorno de 1, 10 y 50 años.

Para el estudio se utilizó como fuente de información las características históricas de oleaje del modelo calibrado de la NOAA, Wavewatch III. Este modelo toma las características de viento mundiales, medidas por medio de satélite de radar, que genera y propaga los oleajes en cuadriculas con resoluciones de 1.25° x 1.25°, esto es aproximadamente 100 x 100 kilómetros en Costa Rica. Para cada uno de estos puntos de análisis registra la altura, dirección y periodo del oleaje cada 6 horas.

Esta información está disponible desde 1997, y adicionalmente durante la temporada de huracanes suministra la misma información en un punto cada 10 x 10 kilómetros. En total el registro actual cuenta con más de 13800 registros. Esta información fue corroborada con base en mediciones de oleajes anteriores realizadas en Caldera por El Instituto de Cooperación Internacional de Japón, JICA. Además se tomaron en cuenta mediciones de oleaje realizadas en otros sitios de la costa pacífica por Watermark S.A.

El oleaje de tipo marejada denominado "swell" es oleaje que se produce debido a tormentas lejanas que producen oleaje por viento en este sitio, y luego este oleaje se propaga por el océano cambiando sus características hasta llegar a la costa. Este tipo de oleaje es caracterizado por tener periodos significativos superiores a 9.5 s. En el caso del pacífico de Costa Rica, este oleaje se presenta debido a grandes tormentas que se producen a lo largo de zonas de alta y baja presión en el Pacífico Sur entre latitudes 50° a 60° sur principalmente, y entre longitudes 120° y 160° oeste22. Se estima que este oleaje es propagado en distancias entre 7.000 y 9.000 km. Este hecho le da al oleaje características muy singulares con respecto a su dispersión direccional. Así mismo estos oleajes presentan una alta energía aun teniendo una baja altura.

Al ser estos oleajes propagados por grandes distancias también presentan una gran uniformidad con respecto a altura, periodo y dirección en toda la zona de aguas profundas del pacífico de Costa Rica. Este oleaje se ve afectado al acercarse a la costa por efectos de refracción, fondo y fricción, y al pasar por barreras naturales o artificiales por el efecto de difracción. Se establece que una ola empieza a sufrir el efecto de refracción al entrar a una profundidad de la mitad de la longitud de ola, así para oleajes con un periodo de 18 segundos se empiezan a afectar por refracción desde profundidades de aproximadamente 250m. En el caso de Bahía de Jacó, esta profundidad se encuentra a una distancia de más de 50 km de la costa.

---

[22] Yoshimi Goda, "Analysis of Wave Grouping and Spectra of Long-travelled Swell", Reporte del Instituto de Investigación de Puertos del Japón, Vol. 22, No. 1, Marzo 1983, pp. 3 -41.

El efecto de refracción afecta significativamente la energía de la ola, y este efecto es función del periodo del oleaje, su dirección y la configuración del fondo marino. Este efecto puede según las condiciones mencionadas aumentar la energía del oleaje o disminuirla, y es la causa que la dirección de propagación del oleaje sea por lo general perpendicular a las curvas de nivel del fondo marina en la costa.

6.1 Características del Oleaje en Aguas Profundas, para Jacó.

6.1.1 Oleaje Extremo

Las condiciones de oleaje extremo en aguas profundo, oleajes con periodo de retorno de 10, 25, 50 y 100 años se obtuvieron utilizando la metodología establecida en los Estándares Técnicos para Facilidades Portuarias en Japón, 2002. Se obtuvieron las mayores tormentas por año durante el periodo de 20 años de información analizado. Asimismo, se recopilaron las mayores tormentas por dirección. Con esta información se analizó la distribución de oleajes extremo mediante las distribuciones Gumbel y Weibull con 7 valores de k diferentes según los valores determinados por Gringorten para la distribución Gumbel y, Petruaskas y Aagaard para la distribución Weibull

6.1.2 Oleaje Extremo Dirección Sur

Se definieron los oleajes con dirección sur, como todos aquellos que tienen una dirección entre 168.75° N y 191.25° N. Como se puede observar de las 47 tormentas escogidas para el análisis, muy pocas tienen esta dirección, solamente 4 en los 20 años de registro. En total 2.13% de los oleajes extremos tienen esta dirección. Se tomaron en cuenta otras tormentas con dirección sur de menor altura para realizar el análisis. Con este análisis se obtuvo un mejor ajuste con la distribución Weibull con un coeficiente k de 0.75. Ver Cuadro 6.1.2

Cuadro 6.1.2

Oleaje Extremo en Aguas Profundas para Jacó, Dirección Sur

Periodo de Retorno	Periodo de Retorno
(años)	Hs (m)
1	1.91
10	3.30
50	4.27
100	4.69

6.1.3 Oleaje Extremo Dirección SSW

Para la dirección sursuroeste (SSW) se obtuvo la distribución de los oleajes extremos. Se definió esta dirección como todos los oleajes con direcciones entre 191.25° N, y 213.75° N. Se puede observar que entre los oleajes extremos esta es la dirección más frecuente, con un 63.8% de los mayores oleajes con esta dirección.

Se analizó mediante teoría de extremos esta dirección y se obtuvo el mejor ajuste con la distribución Weibull, con un k=1. En el cuadro 6.1.3 se muestran las alturas de oleaje según el periodo de retorno.

Cuadro 6.1.3

Oleaje Extremo en Aguas Profundas para Jacó, Dirección Sur-Sur-Oeste

Periodo de Retorno	Periodo de Retorno
(años)	Hs (m)
1	3.58
10	4.49
50	5.13
100	5.40

6.1.4 Oleaje Extremo Dirección SurOeste (SW)

Para el oleaje entre direcciones 213.75° N y 236.25° N, se encontró la distribución de oleajes extremos. Para esta dirección la distribución de mejor ajuste fue la distribución Weibull con un k = 1.25. Esta dirección se considera como frecuente, y la que puede llegar a producir los mayores oleajes en el sitio de Bahía de Jacó. En total se obtiene con una frecuencia de 34.04% del total de oleajes extremos producidos en los 20 años de registros de oleajes. En el cuadro 6.1.4 se muestran las alturas de oleaje para los diferentes años de periodo de retorno.

Cuadro 6.1.4

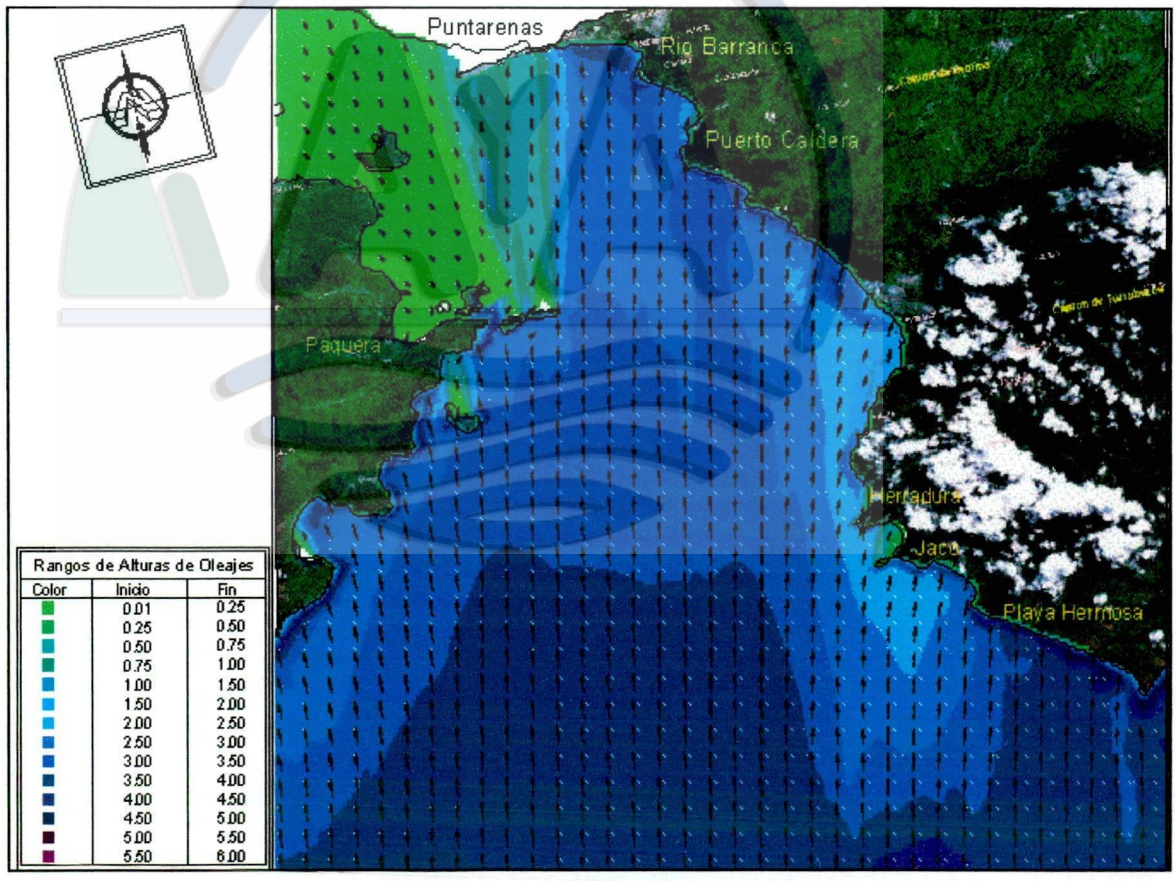
Oleaje Extremo en Aguas Profundas para Jacó, Dirección Sur Oeste.

Periodo de Retorno	Periodo de Retorno
(años)	Hs (m)
1	3.25
10	4.22
50	4.90
100	5.19

6.1.5 Propagación de Oleajes a Jacó.

Se propagaron los oleajes desde aguas profundas hasta el sitio de la Playa Jacó. Debido a que el oleaje se ve afectado por fricción del fondo desde la mitad de su longitud de ola, en este caso más de 250 metros, el punto de inicio de la propagación se encuentra a mas de 200 kilómetros afuera de la costa. Debido a que las mallas de elemento finito utilizadas en la propagación deben de ser lo suficientemente precisas en el sitio de interés se generaron una serie de mallas anidadas para realizar la propagación. En la figura 6.1.5 se muestra la propagación de oleaje para un evento del Sur con periodo de retorno de 50 años. El resto de los resultados de la propagación en la malla más fina utiliza a este nivel se muestran en el anexo E1.

Figura 6.1.5: Propagación de Oleajes desde Aguas Profundas hasta el sector norte de playa Jacó



Se evaluaron las condiciones de oleaje en ambos extremos de Playa Jacó, los resultados finales se muestran en el cuadro 6.1.5. Se observa que en el lado norte los oleajes

tienen menor altura, así mismo su dirección no va directo a la playa como es el caso del lado sur.

Cuadro 6.1.5: Condiciones del oleaje del Jacó

Dirección	Periodo de Retorno años	Punto 1 Extremo Norte		Punto 2 Extremo Sur	
		Altura Hs (m)	Dirección Dp (Az)	Altura Hs (m)	Dirección Dp (Az)
S	1	1.10	224	1.60	224
	10	1.10	195	1.10	224
	50	1.80	182	2.00	224
SSW	1	1.90	209	2.30	228
	10	2.60	210	3.10	222
	50	3.15	205	3.80	222
SW	1	2.60	209	2.70	223
	10	2.80	212	3.40	224
	50	3.40	214	4.10	225

6.2 Modelación de Corrientes por Oleaje para Playa Jacó

Se evaluaron las condiciones extremas de corrientes generadas por el oleaje. Estas son las corrientes que se generan en las zonas costeras por el oleaje debido al arrastre del oleaje. Las características de estas corrientes dependen de las características del oleaje, altura, periodo y la dirección de incidencia, así mismo, la forma de la costa y profundidades afectan las corrientes que el oleaje genera. Considerando que las mareas en la zona del proyecto son altas, las corrientes medidas serán una combinación de las corrientes generadas por el oleaje y las corrientes de marea.

Las corrientes generadas en eventos extremos son evaluadas para determinar las velocidades extremas de las corrientes que se esperaran en el sitio del proyecto.

Las corrientes fueron evaluadas utilizando la información de oleaje obtenida en el apartado anterior, y se utilizó el modelo numérico Nagare para calcular las corrientes. Este es un modelo de diferencia finita que calcula según la altura, periodo y dirección del oleaje, y profundidades las condiciones de corrientes en cada punto de la cuadricula de análisis. Para realizar el análisis se utilizó una malla con una resolución de 50x50.

Se encontró que en general existe un proceso de corrientes en la zona costera, (zona de rompientes), que viaja de sur a norte. Este corriente en el extremo norte al encontrarse con el final de playa en la zona rocosa tiende a generar una corriente de resaca hacia afuera. En el lado sur esta corriente viaja hacia la playa. Esta información

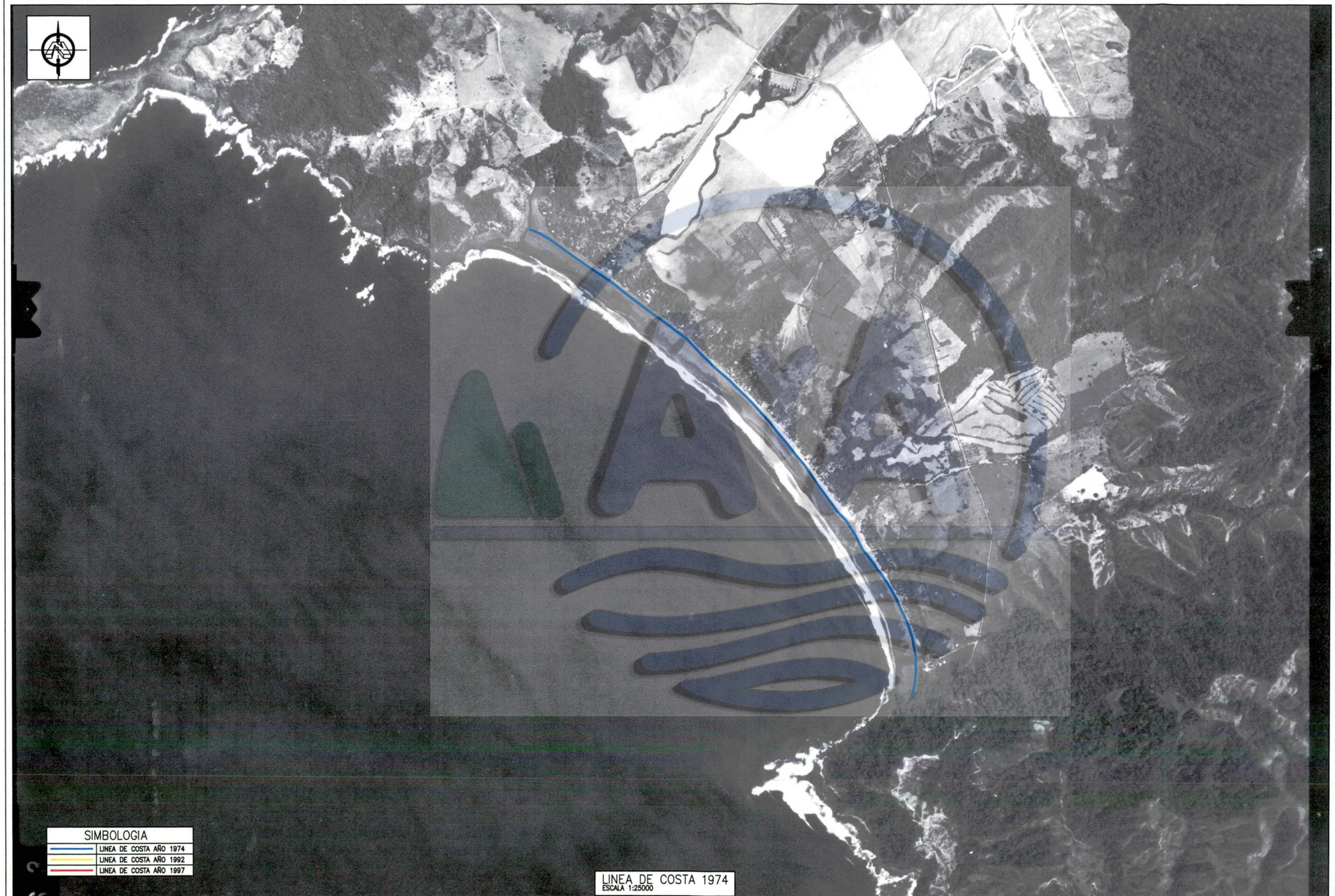
es concordante con lo observado en campo. En el anexo E2 se muestran los resultados detallados de la modelación.

6.3 Procesos de dinámica costera para Playa Jacó

Se realizó un estudio del cambio de línea de costa en Jacó. Es importante determinar si han existido procesos costeros de erosión o sedimentación en la costa, Por medio de registro fotográfico se observó el cambio de la costa en el tiempo. Se presentan los registros de fotografías aéreas de los años 1974, 1992 y 1994. Los resultados se muestran en las láminas 6, 7 y 8.

Se observa de los registros fotográficos que el cambio en la línea de costa entre las imágenes es mínimo y corresponde principalmente a los cambios de marea. Esto indica que la playa de se encuentra estable. La introducción de un rompeolas u otra estructura puede ocasionar cambios en esta. Se deberá evaluar en el futura la variación del perfil de costa.

Ver láminas 6,7, 8 y 9



N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6° PUNTARENAS	CANTÓN: 11° GARABITO	DISTRITO: 1° JACO

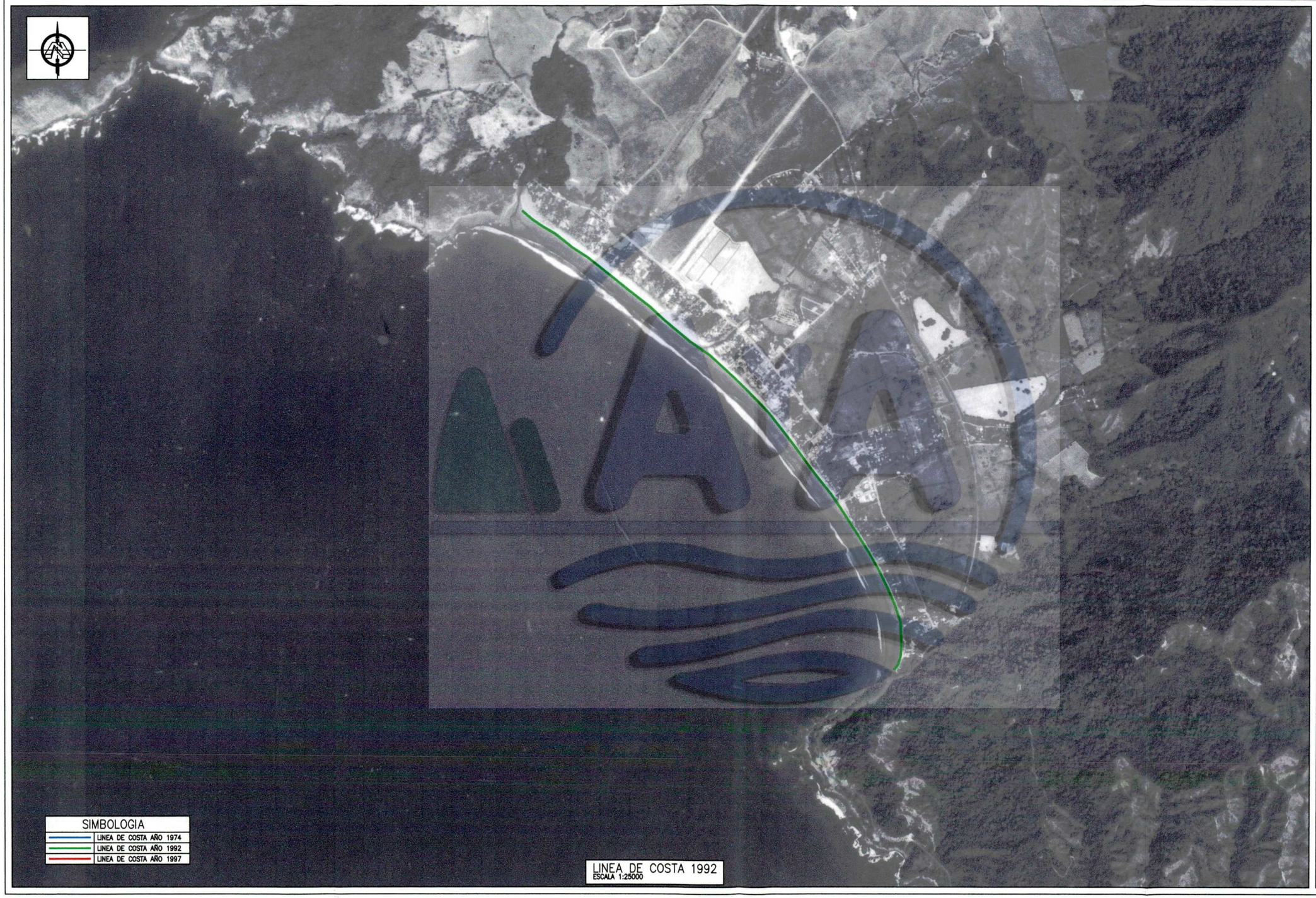
SEINCO

HIDROTECNIA
Consultores S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-62
San José, Costa Rica

WATERMARK S.A.

CONTENIDO:
FOTO AÉREA 9 ABRIL 1974
LÍNEA DE COSTA 1974

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	6



SIMBOLOGIA

	LINEA DE COSTA AÑO 1974
	LINEA DE COSTA AÑO 1992
	LINEA DE COSTA AÑO 1997

LINEA DE COSTA 1992
ESCALA 1:25000

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6°	CANTÓN: 11°	DISTRITO: 1°
PUNTARENAS	GARABITO	JACO

SEINCO

HIDROTECNIA Ingeniería S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

WATERSHARE S.A.

CONTENIDO:
FOTO AÉREA 10 ENERO 1992
LÍNEA DE COSTA 1992

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	7



LINEA DE COSTA 1997
ESCALA 1:25000

N ° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6° PUNTARENAS	CANTÓN: 11° GARABITO	DISTRITO: 1° JACO

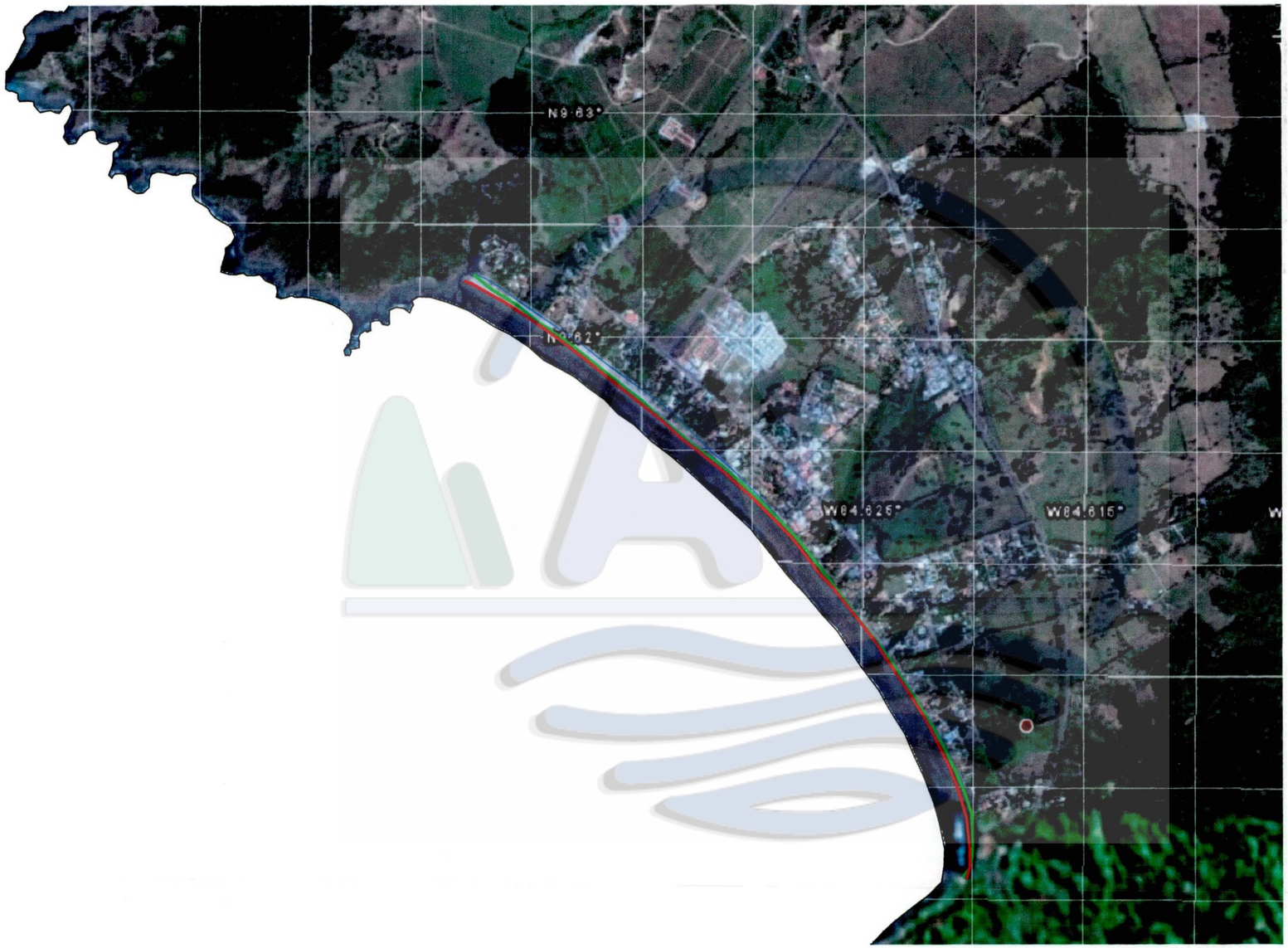
SEINCO

HIDROTECNIA CONSULTORES S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax: (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

WATERCARE S.A.

CONTENIDO:
FOTO AÉREA 12 DICIEMBRE 1997
LÍNEA DE COSTA 1997

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	8



SIMBOLOGIA

	LINEA DE COSTA AÑO 1974
	LINEA DE COSTA AÑO 1992
	LINEA DE COSTA AÑO 1997

COMPARACION DE LINEAS DE COSTA
ESCALA 1:25000

N.° DE PERMISO

PROYECTO :
Estudios de Factibilidad y Diseños Preliminares del Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Jacó de Garabito

PROPIETARIO :
Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

PROVINCIA: 6ª PUNTARENAS	CANTÓN: 11ª GARABITO	DISTRITO: 1ª JACO

SEINCO

HIDROTECNIA CONSULTORES S.A.
Tel. (506) 2283-31-32 Fax. (506) 2224-76-82
San José, Costa Rica

WATERMARK S.A.

CONTENIDO:
COMPARACIÓN CRONOLÓGICA DE LÍNEAS DE COSTA

ESCALA:	FECHA:	LÁMINA:
INDICADAS	JUNIO 2008	9

7. Conclusiones

Se encontró que las profundidades en el extremo norte de la playa son mayores a menor distancia, en general la profundidad de -25m NBIS es de 1875m.

La variación de mareas es alta en Jacó. Esta puede llegar hasta tener variaciones de hasta 3 metros cuando se dan "mareas vivas", y de 1.5 metros cuando hay "mareas muertas".

Durante las "mareas vivas", se encontró que cuando éstas suben tiene una velocidad entre 0.20 y0.40 m/s, con una dirección hacia el sur-suroeste (195°). Cuando la marea va bajando la dirección cambia hacia el oeste-noroeste, con velocidades que variaron desde 0.30 m/s hasta 1 m/s.

Durante las "mareas muertas" las velocidades fueron menores. Cuando la marea sube la dirección medida fue hacia el oeste, y con velocidades de entre 0.06 y 0.7 m/s, y cuando la marea baja la dirección fue oeste noroeste, con velocidades de 0.5m/s.

No se encontró una diferencia significativa entre los derivadores de 2 y 3 metros, lo que indica que el perfil de corrientes es homogéneo en estas profundidades.

Se determinó que el extremo norte de playa Jacó presenta menor energía de oleaje. Con alturas de oleaje significante de hasta 3.40 metros en este extremo, mientras que en el extremo sur el mismo punto tiene una altura de oleaje significativo de 4.10 m. Considerando que la energía del oleaje crece de forma cúbica esta diferencia se considera importante.

Las corrientes generadas por oleaje generan un sistema de arrastre de litoral de sur a norte. Esto significa que en los sedimentos en el extremo sur viajarán hacia la playa, mientras que en el extremo norte al encontrarse con la formación rocosa al final de la playa las corrientes empujaran mar adentro los sedimentos.

No se determinó que exista algún proceso costero bajo las condiciones de playa actuales.

8. Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos de la modelación y medición de corrientes se recomienda estudiar con mayor detalle el extremo norte de Jacó, por las coordenadas N 9°36´38", W84°39´18", que presentan profundidades de 25 m NBIS. Se recomiendan realizar mediciones de corrientes utilizando un correntómetro que mida toda la columna de agua.

Se recomienda como proceso del diseño final realizar mediciones más detalladas en el punto recomendado.

Capítulo F: Evaluación de la legislación para el proyecto

1. Introducción

En el presente capítulo se resumen los artículos más importantes de la normativa vigente, tanto de control como de regulación, que deberá ser considerada en la propuesta final del diseño del alcantarillado sanitario para la Ciudad de Jacó, que ha promulgado el Estado por medio de las diferentes instituciones estatales como son: el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), el Ministerio de Salud (MS), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), que tienen relación con el recurso hídrico del país. En un CD Anexo al informe, se presenta el texto completo de esta normativa, ya sean leyes, decretos, reglamentos, etc.

Todos los elementos que se han identificado, en el análisis de esta normativa, que podrían afectar la propuesta de plan maestro y diseño preliminar (ubicación de la planta; emisario submarino, si fuera una alternativa; tuberías de impulsión y distribución, etc.), serán tomados en consideración como parámetros en la evaluación final para definir la mejor alternativa de diseño desde el punto de vista hidráulico, ambiental y financiero-económico.

2. Legislación relacionada con la conceptualización y diseño

2.1 Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales - Nº 33601-MINAE-S

En toda su extensión, especialmente en:

2º—Que siendo la contaminación de las aguas uno de los problemas de mayor incidencia negativa en nuestro entorno ambiental, resulta prioritario adoptar medidas de control para el vertido de agentes contaminantes en manantiales, zonas de recarga, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, lagunas, marismas, embalses naturales o artificiales, estuarios, manglares, turberas, pantanos, aguas dulces, salobres o saladas, y en general en las aguas nacionales.

Cuerpo receptor: es todo aquel manantial, zonas de recarga, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, canal artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales. **Efluente**: Un líquido que fluye hacia afuera del espacio confinado que lo contiene. En el manejo de aguas residuales se refiere al caudal que sale de la última unidad de tratamiento.

Artículo 76.—**Vigencia**. Rige a partir de su publicación.

Transitorio 1°—**Regulación de emisarios submarinos.** En un plazo no mayor de dos años a partir de la publicación de este reglamento, el Poder Ejecutivo deberá emitir un decreto para la regulación del vertido de los emisarios submarinos con base en una propuesta del Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía. En el ínterin el vertido de un emisario submarino deberá cumplir con los límites establecidos en las Tablas 2 y 3 del presente reglamento. Dado en la Presidencia de la República, San José, a los nueve días del mes de agosto de dos mil seis.

2.2 Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos

En toda su extensión de esta reglamentación.

2.3 Reglamento a la Ley de Biodiversidad

En toda su extensión, especialmente en:

SECCIÓN II

Sistema Nacional de Áreas de Conservación

Artículo 7°—**Del SINAC**. El SINAC, es un órgano con desconcentración máxima del MINAE, que posee personalidad jurídica instrumental para la administración de sus propios recursos. El ejercicio de su competencia estará regido por lo que establece el artículo 83 de la Ley General de la Administración Pública. Está bajo la rectoría del Ministro del Ambiente y Energía y tiene como competencias las asignadas en la misma Ley de Biodiversidad incluyendo las labores de protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos, las asignadas a la Administración Forestal del Estado, según Ley Forestal, a la Dirección General de Vida Silvestre, Ley de creación del Servicio de Parques Nacionales, así como las establecidas en la Ley Orgánica del Ambiente.

Artículo 70.—**Categorías de manejo de ASP**. Para efectos de la clasificación de las distintas categorías de manejo de áreas silvestres protegidas se establecen los siguientes criterios técnicos para cada una de ellas:

h) Reservas Marinas: Áreas marinas costeras y/u oceánicas que prioritariamente garantizan el mantenimiento, la integridad y la viabilidad de sus ecosistemas naturales, beneficiando las comunidades humanas mediante un uso sostenible de sus recursos, caracterizado por su bajo impacto según criterios técnicos. Su objetivo principal es conservar los ecosistemas y hábitat para la protección de las especies marinas.

i) Áreas Marinas de Manejo: Áreas Marinas Costeras y/u oceánicas que son objeto de actividades para garantizar la protección y el mantenimiento de la biodiversidad marina

a largo plazo, y que generan un flujo sostenible de productos naturales y servicios ambientales a las comunidades. Sus objetivos principales, en ese orden jerárquico, son los siguientes: garantizar el uso sostenible de los recursos marino-costeros y oceánicos; conservar la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies y genes; y mantener los servicios ambientales, los atributos culturales y tradicionales.

2.4 Modificación de los trámites, requisitos y procedimientos TEP-2 Aprobación de Plantas de Tratamiento de aguas residuales para Urbanizaciones y Condominios y creación de los trámites TRPTAR 1 Recepción Plantas de Tratamiento y TREBAR 2 Recepción Estaciones de Bombeo.

En toda su extensión de esta normativa

2.5 Manual para la Clasificación de Tierras dedicadas a la Conservación de los Recursos Naturales dentro de la Zona Marítimo Terrestre en Costa Rica

Nº 34295

En toda su extensión, especialmente en:

2º—Ese criterio se reitera en los dictámenes C-015-88, C-154-95, C-191-96, C-026-2001, la Opinión Jurídica O. J.-062-2000, y lo confirman los votos de la SALA CONSTITUCIONAL números 5173-94, 1886-95, 1887-95 y 1998-01822". Estas reservas 'equivalentes se regulan por su normativa y margina las Municipalidades de la administración y usufructo (artículo 3° de la Ley de Zona Marítimo Terrestre). Es competencia de los órganos del MINAE ejecutar los aspectos técnicos para el manejo y tutela de las áreas.

9º—Que la Ley de Biodiversidad, Ley Nº 7788 de 27 de mayo de 1998, en su artículo 22 crea el Sistema Nacional de Áreas de Conservación y establece que el Sistema tendrá personería jurídica propia; será un sistema de gestión y coordinación institucional, desconcentrado y participativo, que integrará las competencias en materia forestal, vida silvestre, áreas protegidas y el Ministerio del Ambiente y Energía, con el fin de dictar políticas, planificar y ejecutar procesos dirigidos a lograr la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales de Costa Rica.

Conforme a lo anterior, la Dirección General de Vida Silvestre, la Administración Forestal del Estado y el Servicio de Parques Nacionales ejercerán sus funciones y

competencias como una sola instancia, mediante la estructura administrativa del Sistema, sin perjuicio de los objetivos para los que fueron establecidos. Queda incluida

como competencia del Sistema la protección y conservación del uso de cuencas hidrográficas y sistemas hídricos.

10.—Que la Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre Nº 6043, establece en su artículo 1 "La zona marítimo terrestre constituye parte del patrimonio nacional, pertenece al Estado y es inalienable e imprescriptible. Su protección, así como la de sus recursos naturales, es obligación del Estado, de sus instituciones y de todos los habitantes del país. Su uso y aprovechamiento están sujetos a las disposiciones de esta ley".

d) **Biodiversidad**: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, ya sea que se encuentren en ecosistemas terrestres, aéreos, marinos, acuáticos o en otros complejos ecológicos. Comprende la diversidad dentro de cada especie, así como entre las especies y los ecosistemas de los que forma parte. Para los efectos de esta ley, se entenderán como comprendidos en el término biodiversidad, los elementos intangibles, como son: el conocimiento, la innovación y la práctica tradicional, individual o colectiva, con valor real o potencial asociado a recursos bioquímicos y genéticos, protegidos o no por los sistemas de propiedad intelectual o sistemas sui generis de registro. (Artículo 7 Definiciones, Ley Nº 7788).

i) **Estuario**: cuerpo de agua del litoral marítimo, semiencerrado, bajo la influencia simultánea de las mareas y la descarga de ríos, arroyos o canales de agua dulce. Las bahías, boca de ríos, marismas, lagunas costeras y esteros de manglar, ubicados al abrigo de los estuarios, son ecosistemas delicados que sirven como criaderos, desovaderos y comederos para una parte importante de animales marinos; además, proveen abrigo y comida a multitud de aves y en general, de vida silvestre.

q) Recursos marinos y costeros: Se entiende por recursos marinos y costeros, las aguas del mar, las playas, los playones y la franja del litoral, las bahías, las lagunas costeras, los manglares, los arrecifes de coral, los pastos marinos, es decir praderas de fanerógamas marinas, los estuarios, las bellezas escénicas y los recursos naturales, vivos o no, contenidos en las aguas del mar territorial y patrimonial, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental y su zócalo insular.

v) **Zona Marítimo Terrestre**: Zona marítimo terrestre es la franja de doscientos metros de ancho a todo lo largo de los litorales Atlántico y Pacífico de la República, cualquiera que sea su naturaleza, medidos horizontalmente a partir de la línea de la pleamar ordinaria y los terrenos y rocas que deje el mar en descubierto en la marea baja.

2.6 Declara las aguas interiores, del mar territorial y de la Zona Económica Exclusiva Santuario para las Ballenas y Delfines - Nº 34327

En toda su extensión, especialmente en:

Considerando:

I.—El Estado ejerce la soberanía completa y exclusiva en el espacio aéreo de su territorio, en sus aguas territoriales en una distancia de doce millas a partir de la línea de baja mar a lo largo de sus costas, en su plataforma continental y en su zócalo insular de acuerdo con los principios del Derecho Internacional.

Ejerce además, una jurisdicción especial sobre los mares adyacentes a su territorio en una extensión de doscientas millas a partir de la misma línea, a fin de proteger, conservar y explotar con exclusividad todos los recursos y riquezas naturales existentes en las aguas, el suelo y el subsuelo de esas zonas, de conformidad con aquellos principios.

II.

IV.—Que Costa Rica, reafirma sus derechos, jurisdicción y deberes en su zona económica exclusiva, al ratificar la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, entre ellos, sus derechos de soberanía para los fines de conservación y administración de los recursos naturales de las aguas suprayacentes al lecho, suelo y subsuelo del mar, la jurisdicción con respecto a la protección y preservación del medio marino, pudiendo incluso determinar la captura permisible de los recursos vivos en su zona económica exclusiva.

IX.—Que el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) ejerce la rectoría política y técnica en materia de protección y conservación de los recursos naturales vivos y no vivos, siendo los mamíferos marinos, parte integrante de los ecosistemas naturales a los cuales debe alcanzar su ámbito de acción. Lo anterior de acuerdo con su ley de creación, Ley Nº 7152 del 05 de junio de 1990, así como con el Decreto Ejecutivo Nº 33151 del 8 de mayo de 2006.

X.—Que al INCOPESCA le corresponde el control de la actividad pesquera y acuícola, así como la protección y conservación de los recursos marinos en las aguas jurisdiccionales.

2.7 Declara de interés nacional y de alta prioridad los proyectos de iniciativa pública o privada que promuevan procesos de desalinización del agua marina para su posterior aprovechamiento para el consumo humano, riego y demás usos del recurso hídrico

Nº 34211

En toda su extensión, especialmente en:

DECRETAN:

Artículo 1º—Declárese de interés nacional y de alta prioridad los proyectos de iniciativa pública o privada que promuevan procesos de desalinización del agua marina

para su posterior aprovechamiento para el consumo humano, riego y demás usos del recurso hídrico.

2.8 Reglamento para la aplicación de los procedimientos del artículo 38 de la Ley de Planificación Urbana (Ley N° 4240) en obras de Acueductos y Alcantarillados de A y A

En toda su extensión de este reglamento

2.9 Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales - Nº 33903-MINAE-S

En toda su extensión, especialmente en:

Artículo 9º—**Modificación en la asignación**. Cuando la protección de la Salud Pública y del Medio Ambiente así lo requiera, y con la debida justificación técnica, el Ministerio del Ambiente y Energía podrá modificar la asignación de uso de un cuerpo de agua de una calidad determinada.

ARTICULO 275.- Queda prohibido a toda persona natural o jurídica contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o desechos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la

fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación.

ARTICULO 276.- Sólo con permiso del Ministerio podrán las personas naturales o jurídicas hacer drenajes o proceder a la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos u otros que puedan contaminar el agua superficial, subterránea, o marítima, ciñéndose estrictamente a las normas y condiciones de seguridad reglamentarias y a los procedimientos especiales que el Ministerio imponga en el caso particular para hacerlos inocuos.

2.10 Reglamento de aprobación y operación de plantas de tratamiento Nº 31545-S-MINAE

En toda su extensión, especialmente en:

MEDIO RECEPTOR: es todo aquel manantial, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, humedal, pantano, zonas de recarga, terreno, agua dulce, salobre o salada, donde se vierten aguas residuales. Las aguas residuales a verter deben estar tratadas.

Artículo 9°—La justificación mencionada en el inciso g) del artículo anterior, será sustentado en la documentación pertinente, considerando las alternativas tecnológicas aplicables en cada caso particular mediante criterios técnicos, económicos y legales, entre ellas:

a) Vertido en un alcantarillado sanitario
b) Infiltración en el terreno
c) Vertido en un medio receptor acuático
d) Descarga mediante emisario submarino
e) Reuso
f) Evaporación

2.11 Visado de Planos - Nº27967-MP-MIVAH-S-MEIC

En toda su extensión

2.12 Reglamento General para el Otorgamiento de Permisos Sanitarios de Funcionamiento - Nº 33240-S

N° Gaceta: 161 del: 23/08/2006

En toda su extensión:

2.13 Ley de Biodiversidad - Ley No. 7788 de 30 abril de 1998

Publicado en La Gaceta No. 101 de 27 de mayo de 1998

En toda su extensión, especialmente en:

Protección de vida marina

2.14 Ley de Conservación de la Vida Silvestre - 7317

En toda su extensión, especialmente en:

ARTÍCULO 132.- Se prohíbe arrojar aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no permanentes, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces, salobres o saladas. Las instalaciones agroindustriales e industriales y las demás instalaciones, deberán estar provistas de sistemas de tratamientos para impedir que los desechos sólidos o aguas contaminadas de cualquier tipo destruyan la vida silvestre. La certificación de la calidad del agua será dada por el Ministerio de Salud. Quienes no cumplan con lo estipulado en este artículo, serán multados con montos que irán de cincuenta mil colones (¢50.000) a cien mil colones (¢100.000), convertibles en pena de prisión de uno a dos años.

TRANSITORIO III.- La industria o agroindustria existente en el país, que arroje aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante, en manantiales, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no, lagos, marismas y embalses naturales o artificiales, esteros, turberas, pantanos, aguas dulces, salobres o saladas, contarán con un plazo de dos años después de la publicación de esta ley para instalar el respectivo sistema de tratamiento de aguas servidas, aguas negras, desechos o cualquier sustancia contaminante, durante ese plazo no le será aplicable la sanción estipulada en el artículo 132.

2.15 Ley General de Salud - No. 5395

En toda su extensión, especialmente en:

ARTÍCULO 275.- Queda prohibido a toda persona natural o jurídica contaminar las aguas superficiales, subterráneas y marítimas territoriales, directa o indirectamente, mediante drenajes o la descarga o almacenamiento, voluntario o negligente, de residuos o desechos líquidos, sólidos o gaseosos, radiactivos o no radiactivos, aguas negras o sustancias de cualquier naturaleza que, alterando las características físicas, químicas y biológicas del agua la hagan peligrosa para la salud de las personas, de la fauna terrestre y acuática o inservible para usos domésticos, agrícolas, industriales o de recreación.

ARTÍCULO 276.- Solo con permiso del Ministerio podrán las personas naturales o jurídicas hacer drenajes o proceder a la descarga de residuos o desechos sólidos o líquidos u otros que puedan contaminar el agua superficial, subterránea, o marítima, ciñéndose estrictamente a las normas y condiciones de seguridad reglamentarias y a los procedimientos especiales que el Ministerio imponga en el caso particular para hacerlos inocuos.

ARTÍCULO 277.- Se prohíbe a toda persona natural o jurídica las acciones que puedan producir la contaminación o deterioro sanitario de las cuencas hidrográficas que sirvan a los establecimientos de agua para el consumo y uso humano.

2.16 Creación del Instituto Costarricense de Pesca y Acuacultura - 7384

En toda su extensión, especialmente en:

ARTÍCULO 2.- Para los efectos de esta Ley, se establecen como actividades ordinarias del Instituto las siguientes:

a) Coordinar el sector pesquero y el de acuacultura, promover y ordenar el desarrollo de la pesca, la caza marítima, la acuacultura y la investigación; asimismo, fomentar, sobre la base de criterios técnicos y científicos, la conservación, el aprovechamiento y el uso sostenible de los recursos biológicos del mar y de la acuacultura.

b) Normar el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros, que tiendan a lograr mayores rendimientos económicos, la protección de las especies marinas y de la acuacultura.

c) Elaborar, vigilar y dar seguimiento a la aplicación de la legislación, para regular y evitar la contaminación de los recursos marítimos y de acuacultura, como resultado del ejercicio de la pesca, de la acuacultura y de las actividades que generen contaminación, la cual amenace dichos recursos.

ARTÍCULO 28.- El Instituto contará con una Comisión de Coordinación Científico Técnica, de carácter permanente, conformada por:

a) Un representante del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas.

b) Un representante del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

c) Un representante del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología.

ch) Un representante de cada uno de los organismos de enseñanza superior del Estado, especializados en Ciencias del Mar, biología marina o acuacultura.

d) Un representante de las entidades no gubernamentales, nacionales o internacionales, que lo ameriten, a juicio de la Junta Directiva del Instituto de Pesca y Acuacultura.

Estos serán profesionales especializados con al menos dos años de experiencia científica o técnica, en el campo de las Ciencias del Mar o la acuacultura.

ARTÍCULO 29.- La Comisión de Coordinación Científico Técnica tendrá las siguientes atribuciones:

a) Dictaminar los asuntos que requieran del pronunciamiento científico técnico, como ente asesor de la Junta Directiva y del Presidente Ejecutivo.

b) Promover la coordinación de los programas de investigación científica y tecnológica del Instituto, con los de otros organismos nacionales e internacionales especializados.

c) Evaluar y recomendar políticas referentes a la protección y la explotación sostenible de los recursos marinos; las evaluaciones de impacto ambiental y de factibilidad que requieran del aval del Instituto.

ch) Asesorar en los programas de divulgación y capacitación científica y tecnológica para los pescadores.

d) Desarrollar los programas de investigación necesarios relacionados con las ciencias de pesca y acuacultura y supervisar los sistemas de censo e inventario de los recursos marítimos nacionales.

2.17 Ley Orgánica del Ambiente - No. 7554

En toda su extensión, especialmente en:

ARTÍCULO 39.- Definición de recursos marinos y costeros.

Se entiende por recursos marinos y costeros, las aguas del mar, las playas, los playones y la franja del litoral, las bahías, las lagunas costeras, los manglares, los arrecifes de coral, los pastos marinos, es decir praderas de fanerógamas marinas, los estuarios, las bellezas escénicas y los recursos naturales, vivos o no, contenidos en las aguas del mar territorial y patrimonial, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental y su zócalo insular.

ARTÍCULO 42.- Delimitación de zonas protegidas.

El Ministerio del Ambiente y Energía, en coordinación con las instituciones competentes, podrá delimitar zonas de protección de determinadas áreas marinas, costeras y humedales, las cuales se sujetarán a planes de ordenamiento y manejo, a fin de prevenir y combatir la contaminación o la degradación de estos ecosistemas.

ARTÍCULO 43.- Obras e infraestructura.

Las obras o la infraestructura se construirán de manera que no dañen los ecosistemas citados en los artículos 51 y 52 de esta ley. De existir posible daño, deberá realizarse una evaluación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 44.- Obligatoriedad de la evaluación.

Para realizar actividades que afecten cualquiera de los ecosistemas citados en los artículos 51 y 52 de esta ley o amenacen la vida dentro de un hábitat de esa naturaleza, el Ministerio del Ambiente y Energía exigirá al interesado una evaluación de impacto ambiental.

ARTÍCULO 45.- Prohibición.

Se prohíben las actividades orientadas a interrumpir los ciclos naturales de los ecosistemas de humedal, como la construcción de diques que eviten el flujo de aguas marinas o continentales, drenajes, desecamiento, relleno o cualquier otra alteración que provoque el deterioro y la eliminación de tales ecosistemas.

ARTÍCULO 46.- Soberanía del Estado sobre la diversidad biológica.

El Estado ejercerá la soberanía sobre la diversidad biológica, como parte de su patrimonio natural. Son de interés público las actividades destinadas a conservar, mejorar y, en lo posible, a recuperar la diversidad biológica del territorio nacional; también las dirigidas a asegurar su uso sostenible. Para ejecutarlas, se tomarán en cuenta los parámetros definidos por el Poder Ejecutivo, así como los siguientes criterios:

a) La protección y la conservación de los ecosistemas naturales, la diversidad de las especies, la diversidad genética en el territorio nacional y la vigilancia de las zonas de reproducción.

b) El manejo de la diversidad biológica integrado a la planificación de cualquier actividad relativa a los elementos del ambiente.

c) La protección y el desarrollo de técnicas reproductoras de especies endémicas, en peligro o en vías de extinción, para recuperar su estabilidad poblacional.

d) El uso de la investigación y la monitoria para definir estrategias y programas de protección y manejo de los hábitats o las especies.

e) La promoción del fortalecimiento y el fomento de estaciones biológicas para el estudio, la recuperación y el repoblamiento de especies silvestres de flora y fauna.

f) La reproducción controlada de especies silvestres con fines científicos, sociales y económicos.

2.18 Aprobación del Acuerdo sobre la aplicación de las disposiciones de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, relativas a la conservación y ordenación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios - 8059

En toda su extensión, especialmente en:

Por **"medidas de conservación y ordenación"** se entiende las medidas para conservar y ordenar una o más especies de recursos marinos vivos que se adopten y apliquen en forma compatible con las normas pertinentes del derecho internacional consignadas en la Convención y en el presente Acuerdo;

El término **"peces"** incluye los moluscos y los crustáceos, salvo los que pertenezcan a las especies sedentarias definidas en el artículo 77 de la Convención; y

Artículo 5

Principios generales

A fin de conservar y ordenar las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios, los Estados ribereños y los Estados que pescan en alta mar; deberán, al dar cumplimiento a su deber de cooperar de conformidad con la Convención:

Adoptar medidas para asegurar la supervivencia a largo plazo de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios y promover el objetivo de su aprovechamiento óptimo.

Asegurarse de que dichas medidas estén basadas en los datos científicos más fidedignos de que se disponga y que tengan por finalidad preservar o restablecer las poblaciones a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible con arreglo a los factores ambientales y económicos pertinentes, incluidas las necesidades especiales de los Estados en desarrollo, y teniendo en cuenta las modalidades de la pesca, la interdependencia de las poblaciones y cualesquiera otros estándares mínimos internacionales generalmente recomendados, sean estos subregionales, regionales o mundiales.

Aplicar el criterio de precaución de conformidad con el artículo 6.

Evaluar los efectos de la pesca, de otras actividades humanas y de los factores medioambientales sobre las poblaciones objeto de la pesca y sobre las especies que son dependientes de ellas o están asociadas con ellas o que pertenecen al mismo ecosistema.

Adoptar, en caso necesario, medidas para la conservación y ordenación de las especies que pertenecen al mismo ecosistema o que son dependientes de las poblaciones objeto de la pesca o están asociadas con ellas, con miras a preservar o restablecer tales

poblaciones por encima de los niveles en que su reproducción pueda verse gravemente amenazada.

Reducir al mínimo la contaminación, el desperdicio, los desechos, la captura por aparejos perdidos o abandonados, la captura accidental de especies no objeto de la pesca, tanto de peces como de otras especies (que en adelante se denominarán capturas accidentales) y los efectos sobre las especies asociadas o dependientes, en particular las especies que estén en peligro de extinción, mediante la adopción de medidas que incluyan, en la medida de lo posible, el desarrollo y el uso de aparejos y técnicas de pesca selectivos, inofensivos para el medio ambiente y de bajo costo.

Proteger la biodiversidad en el medio marino.

Tomar medidas para prevenir o eliminar la pesca excesiva y el exceso de capacidad de pesca y para asegurar que el nivel del esfuerzo de pesca sea compatible con el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros.

Tener en cuenta los intereses de los pescadores que se dedican a la pesca artesanal y de subsistencia.

Reunir y difundir oportunamente datos completos y precisos acerca de las actividades pesqueras, en particular sobre la posición de los buques, la captura de especies objeto de la pesca, las capturas accidentales y el nivel del esfuerzo de pesca, según lo estipulado en el Anexo I, así como información procedente de programas de investigación nacional e internacional.

Fomentar y realizar investigaciones científicas y desarrollar tecnologías apropiadas en apoyo de la conservación y ordenación de los recursos pesqueros; y

Poner en práctica y hacer cumplir las medidas de conservación y ordenación mediante sistemas eficaces de seguimiento, control y vigilancia.

Artículo 6

Aplicación del criterio de precaución

Los Estados aplicarán ampliamente el criterio de precaución a la conservación, ordenación y explotación de las poblaciones de peces transzonales y las poblaciones de peces altamente migratorios a fin de proteger los recursos marinos vivos y preservar el medio marino.

Los Estados deberán ser especialmente prudentes cuando la información sea incierta, poco fiable o inadecuada. La falta de información científica adecuada no se aducirá como razón para aplazar la adopción de medidas de conservación y ordenación o para no adoptarlas.

Al aplicar el criterio de precaución, los Estados:

a) Mejorarán el proceso de adopción de decisiones sobre conservación y ordenación de los recursos pesqueros mediante la obtención y la difusión de la

información científica más fidedigna de que se disponga y la aplicación de técnicas perfeccionadas para hacer frente al riesgo y la incertidumbre.

2.19 Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre - Ley No. 6043

En toda su extensión, especialmente en:

Artículo 2.-Corresponde al Instituto Costarricense de Turismo, en nombre del Estado, la superior y general vigilancia de todo lo referente a la zona marítimo terrestre.

Artículo 3.-Sin perjuicio de las atribuciones de ese Instituto, compete a las municipalidades velar directamente por el cumplimiento de las normas de esta ley referentes al dominio, desarrollo, aprovechamiento y uso de la zona marítimo terrestre y en especial de las áreas turísticas de los litorales.

El usufructo y administración de la zona marítimo terrestre, tanto de la zona pública como de la restringida, corresponden a la municipalidad de la jurisdicción respectiva.

Artículo 6. Las disposiciones de esta ley no se aplicarán a las áreas de las ciudades situadas en los litorales, ni a las propiedades inscritas, con sujeción a la ley, a nombre de particulares, ni a aquellas cuya legitimidad reconozcan las leyes.

Artículo 9.-Zona marítimo terrestre es la franja de doscientos metros de ancho a todo lo largo de los litorales Atlántico y Pacífico de la República, cualquiera que sea su naturaleza, medidos horizontalmente a partir de la línea de la pleamar ordinaria y los terrenos y rocas que deje el mar en descubierto en la marea baja.

Para todos los efectos legales, la zona marítimo terrestre comprende las islas, islotes y peñascos marítimos, así como toda tierra o formación natural que sobre salga del nivel del océano dentro del mar territorial de la República. Se exceptúa la Isla del Coco que estará bajo el dominio y posesión directos del Estado y aquellas otras islas cuyo dominio o administración se determinen en la presente ley o en leyes especiales.

Artículo 10.-La zona marítimo terrestre se compone de dos secciones: la Zona Pública, que es la faja de cincuenta metros de ancho a contar de la pleamar ordinaria y las áreas que quedan al descubierto durante la marea baja; y la Zona Restringida, constituida por la franja de los ciento cincuenta metros restantes o por los demás terrenos, en casos de islas.

Los islotes, peñascos y demás áreas pequeñas y formaciones naturales que sobresalgan del mar corresponden a la zona pública.

2.20 Reglamento para la Adquisición de tierras

En toda su extensión:

2.21 Ley de Aguas 276

En toda su extensión

3. Legislación relacionada con la construcción de las obras

La legislación y las normas que regulan la construcción y operación del proyecto de planta de tratamiento y vertido al mar, comprenden aspectos ambientales y urbanísticos, que afectan no sólo al proyecto sino al espacio en el cual se propone su construcción. Seguidamente se resume en el Cuadro 3.1, la legislación vinculante para este tipo de Obras

Cuadro 3.1: Legislación vigente relacionada con la construcción de las obras :

Componente	Legislación vinculante
Ubicación y uso del suelo:	Ley de Zona Marítimo Terrestre (N° 6043) Ley de Uso y Conservación del Suelo (N° 7779). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley Forestal y su Reglamento (N° 7575). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley sobre Manejo de Basuras (N° 19049-S). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Código Sísmico. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE) y Manual de Instrumentos Técnicos del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Gaceta 215 del 7-Nov-1997). Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Decreto 26042-S-MINAE y sus actualizaciones) Permisos de ubicación de instalaciones de tratamiento
	Ley de Construcciones, sus Reformas y su Reglamento

Componente	Legislación vinculante
Construcción de obras civiles:	(N° 833). Código Municipal (N° 7794). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Ley General de Salud (N° 5395). Ley General de Caminos y sus Reformas (N° 5060). Código Sísmico. Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley de Zona Marítimo Terrestre (N° 6043) Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE) y Manual de Instrumentos Técnicos del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Gaceta 215 del 7-Nov-1997). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Reglamento sobre el Manejo de Basuras (Decreto N° 19049-S). Normas y procedimientos de diseño para proyectos de Urbanizaciones y Condominios del AyA Normas del CFIA para diseño y construcción de instalaciones sanitarias y mecánicas.

Componente	Legislación vinculante
Construcción de las obras y Patrimonio arqueológico:	Ley de Defensa y Conservación del Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 5980. Ley de Patrimonio Nacional Arqueológico. Ley N° 6277. Ley Orgánica del Ambiente. Ley N° 7554. Reglamento de la Comisión Arqueológica Nacional. Decreto Ejecutivo N° 19016-C. Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA. Decreto Ejecutivo N° 25705 y Manual de Instrumentos Técnicos del Proceso de Evaluación de

Componente	Legislación vinculante
	Impacto Ambiental (Gaceta 215 del 7-Nov-1997).
Uso del agua:	Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS). Ley Forestal y sus Reformas (N° 7575). Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley General de Salud (N° 5395). Ley de Aguas (N° 276). Ley de Conservación de la Vida Silvestre (N° 7317). Ley de Biodiversidad (N° 7788). Ley de Planificación Urbana (N° 4220). Código Municipal (N° 7794). Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Decreto 26042-S-MINAE y sus actualizaciones). Ley de Zona Marítimo Terrestre (N° 6043) Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto No. 25705-MINAE) y Manual de Instrumentos Técnicos del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Gaceta 215 del 7-Nov-1997). Reglamento para la Calidad del Agua Potable. (Decreto Ejecutivo N° 25991-S) Reglamento Ley Forestal (Decreto N° 25721). Reglamento de Seguridad en Construcciones (Decreto N° 25235-MTSS).
	Ley de Zona Marítimo Terrestre (N° 6043) Ley de Caminos Públicos (N° 5060). Ley Orgánica del Ambiente (N° 7554). Ley de Biodiversidad. (N° 7788) Reglamento sobre Procedimientos de la SETENA (Decreto N° 25705-MINAE) y Manual de Instrumentos Técnicos del Proceso de Evaluación de

Componente	Legislación vinculante
Calidad del aire y protección atmosférica:	Impacto Ambiental (Gaceta 215 del 7-Nov-1997). Reglamento para el Control de Ruidos y Vibraciones (N° 10541-TSS). Reglamento para el Control de Emisiones de Gases y Partículas Producidas por Vehículos Automotores. Convenio sobre Protección de los Trabajadores, Cuadro de Riesgos Debidos a la Contaminación del Aire, el Ruido y las Vibraciones.

ANEXOS

ANEXO B.1: Metodología y Resultados de las Proyecciones de Población

1. Introducción.

El presente anexo describe la metodología y presenta los resultados de las proyecciones de población, que cubre todo el sistema de la Ciudad de Jacó, que incluye solo el 80% de la población que fue objeto de estudio en el Plan Regulador, en razón de las conexiones domiciliarias del AyA, así como los resultados numéricos para cada una de estas.

2. Proyección Aritmética.

Según este método, la tasa de crecimiento de la población en un intervalo de tiempo es invariante e independiente del tamaño de la población. Esto resulta, al hacer una representación gráfica del mismo, una línea recta.

La estimación aritmética post-censal viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_m = P_1 + TC(t_m - t_1)$$

Donde:

P_m es la población para el año que se desea hacer la proyección.

P_1 es la población del último censo. En este caso 2,000.

t_m es el año para el cual se desea hacer la proyección.

t_1 es el año del último censo.

TC es la tasa de crecimiento y viene dada por la ecuación:

$$TC = \frac{(P_1 - P_0)}{(t_1 - t_0)}$$

Donde:

P_o es la población del primer censo analizado.

t_o es el año del primer censo analizado.

P_1 es la población final.

t_1 es el año final.

La proyección se realizó con base a los tres últimos datos censales, censo del año 2000, y las encuestas de los años 2004 y 2006, tomando dos intervalos de estudio, 2000 – 2004 y 2000 – 2006.

En el Cuadro B.2.1 se indica el cálculo de dicha proyección.

Cuadro B.2.1 Proyecciones aritméticas

POBLACION	CENSO		TASA ARITMETICA DE CRECIMIENTO	Años					
	2,004	2,000		2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	7,511	6,371	285	8,651	9,221	10,646	12,071	13,496	14,921
TOTAL	7,511	6,371		8,651	9,221	10,646	12,071	13,496	14,921

POBLACION	CENSO		TASA ARITMETICA DE CRECIMIENTO	Años					
	2,006	2,000		2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	8,103	6,371	289	8,680	9,258	10,701	12,144	13,588	15,031
TOTAL	8,103	6,371		8,680	9,258	10,701	12,144	13,588	15,031

3. Proyección Geométrica de Interés Compuesto.

De acuerdo con este método la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población. La representación gráfica es una curva de interés compuesto.

Este método produce a veces resultados un tanto elevados, en especial en poblaciones comenzando a desarrollarse, ya que ellas tienden al principio a crecer rápidamente hasta que alcanzan su estabilización. Sin embargo, este método desde el punto de vista estadístico, es que representa la mejor aproximación en el caso de contarse con planes de desarrollo urbanístico, como es el caso de Jacó, donde se han supuesto tasas de hasta el 7.5% anual. Para fines del presente estudio se ha establecido tasas del 5 y 6%, para cada una de las proyecciones dadas.

La estimación geométrica post-censal viene dada viene dada por la ecuación:

$$L_n P_m = L_n P_1 + TC(t_m - t_1)$$

Donde:

L_n es logaritmo neperiano

P_m es la población para el año que desea hacer la proyección.

P_1 es la población para el último censo.

t_m es el año para el cual se desea hacer la proyección.

t_1 es el año del último censo.

TC es la tasa anual geométrica de crecimiento, y viene dada por:

$$TC = \frac{(LnP_1 - LnP_0)}{(t_1 - t_0)}$$

Donde:

L_n es logaritmo neperiano

P_1 es la población para el último censo.

t_1 es el año del último censo

P_o es la población para el primer censo.

t_o es el año del primer censo.

En el Cuadro B.3.1 se resume la proyección de población realizadas con este método, a partir de los años censales de 2000, 2004 y 2006

Cuadro B.3.1: Resumen de las proyecciones geométricas de interés compuesto

CIUDAD	CENSO		TASA GEOMETRICA CRECIMIENTO	Años					
	2,004	2,000		2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	7,511	6,371	*4.20%*	9,413	10,378	13,245	16,904	21,574	27,535
TOTAL	7,511	6,371		9,413	10,378	13,245	16,904	21,574	27,535

CIUDAD	CENSO		TASA GEOMETRICA CRECIMIENTO	Años					
	2,006	2,000		2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	8,103	6,371	*4.09%*	10,154	11,409	15,268	20,433	27,344	36,592
TOTAL	8,103	6,371		10,154	11,409	15,268	20,433	27,344	36,592

4. Proyección Logística.

El método de proyección logística supone que la velocidad de crecimiento de la población disminuye conforme ésta aumenta, hasta alcanzar su valor de saturación. Así, para una ciudad con espacios disponibles, como es el caso de Jacó, el crecimiento se presenta en forma rápida y conforme este espacio va disminuyendo, el crecimiento empieza a decrecer hasta permanecer casi uniforme llegando a la población de saturación o disminuyendo en algunos casos.

Así pues este método es aplicable en zonas con ordenamiento municipal o estatal definido y sus valores tienden a ser razonablemente mesurados, dada la población de saturación que se determinó según el Plan Regulador de Jacó, de unas 150,000 personas. .

La fórmula de Pearl sobre la teoría de población de Verhulst, describe una curva logística en la forma:

$$P_m = \frac{P_s}{1 + m * e^{u*t}}$$

$$m = \frac{P_s - P_0}{P_0}$$

$$u = \frac{1}{\Delta t} Ln \frac{(P_0 * (P_s - P_1))}{P_1 * (P_s - P_0)}$$

Donde:

P_o es la población para el primer censo considerado en éste estudio, 2000

P_1 es la población para el segundo censo, que en éste caso es 2004 o 2006

P_s es la población de saturación

Ln el logaritmo neperiano

Δt es el período intercensal.

m es la pendiente de la curva determina, que podrá darse sea por medio de la fórmula o por medio de una pendiente acorde con las proyecciones de población.

u es la pendiente logarítmica de la curva de saturación

Como se mencionó, la población de saturación se determinó asumiendo la máxima área disponible del Plan Regulador de unos 150,000 habitantes, tal como se muestra en el Cuadro B.4.1. Para esto se estableció la densidad de la población de los edificios multifamiliares así como de los unifamiliares, y se asumió que la población residente de los multifamiliares podría ser únicamente el 50%, dado que un porcentaje de la misma es parte de la población flotante, que no permanece el 100% del tiempo en la ciudad, sino solamente 4 meses al año.

En el Cuadro B.4.2, se resumen las proyecciones de población realizadas por este método, asumiendo una población de saturación de 150,000 personas.

Cuadro B.4.1: Población de saturación según Plan Regulador, según el área de estudio

DENSIDAD POBLACIONAL POR ZONAS EN JACO									
N°	MOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	AREA TOTAL	FACTOR MULTIFAMILIAR	FACTOR UNIFAMILIAR	AREA MULTIFAMILIAR	AREA UNIFAMILIAR	POBLACIÓN MULTIFAMILIAR	POBLACIÓN UNIFAMILIAR
1	ZRT-AD	ZONA RESIDENCIAL TURISTICA ALTA DENSIDA	46.42	800	100	9.28	37.14	7,400	3,700
2	ZCTC	ZONA COMERCIAL TURISTICA COSTERA	31.98	900	100	6.40	25.58	5,800	2,600
3	ZCTI	ZONA COMERCIAL TURISTICA INTERIOR	84.49	500	100	16.90	67.59	8,400	6,800
4	ZCC	ZONA COMERCIAL TURISTICA COSTANERA	105.73	800	200	21.15	84.58	16,900	16,900
5	ZCC-R	ZONA COMERCIAL TURISTICA RESTRINGIDA COSTANERA	11.71	600	200	2.34	9.37	1,400	1,900
6	ZMRC	ZONA COMERCIAL RESIDENCIAL COMERCIAL TIPO A SUR	156.60	400	100	31.32	125.28	12,500	12,500
7	ZMRC	ZONA COMERCIAL RESIDENCIAL COMERCIAL TIPO A NORTE	271.82	400	100	54.36	217.45	21,700	21,700
8	ZR	ZONA COMERCIAL RESIDENCIAL COMERCIAL TIPO B	25.54	300	100	5.11	20.44	1,500	2,000
9	ZEU-MD	ZONA EXPANCIÓN URBANA MEDIA DENSIDAD	207.13	400	30	41.43	165.70	16,600	5,000
9	ZEU-AD	ZONA EXPANCIÓN URBANA ALTA DENSIDAD	19.38	250	15	3.88	15.51	1,000	200
10	ZRU	ZONA DE RENOVACIÓN URBANA	3.00	550	100	0.60	2.40	300	200
11	ZIN	ZONA INSTITUCIONAL	30.58	---	---	6.12	24.47	---	---
12	ZCDS	ZONA DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO SOSTENIBLE	589.67	60	50	117.93	471.73	7,100	23,600
13	ZEC	ZONA ECOTURISTICA	16.21	---	---	3.24	12.97	---	---
						SUDTOTAL		100,600	97,100
						TOTAL		197,700	
						TOTAL SATURACION		147,400	

Nota: La nomenclatura se refiere a lo establecido en el Plan Regulador

Cuadro B.4.2: Resumen de las proyecciones logísticas

CIUDAD	CENSO		Ps	m	Dt	u	Años					
	2,004	2,000					2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	7,511	6,371	150,000	15	-4	-0.043145	11,011	11,925	14,518	17,603	21,241	25,486
TOTAL	7,511	6,371	150,000				11,011	11,925	14,518	17,603	21,241	25,486

Promedios de **m** con datos existentes 15.0 -0.0381

CIUDAD	CENSO		Ps	m	Dt	u	Años					
	2,006	2,000					2,008	2,010	2,015	2,020	2,025	2,030
Jaco Centro	8,103	6,371	150,000	15	-6	-0.042102	10,143	10,969	13,311	16,095	19,379	23,217
TOTAL	8,103	6,371	150,000				10,143	10,969	13,311	16,095	19,379	23,217

Promedios con datos existentes 15.0 -0.039296

ANEXO D.1: Resultados de la Calidad de Agua en Jacó

ANEXO D.1: Bacteriológicos

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

Cliente PROCESO CALIDAD DEL AGUA

Procedencia PLAYA JACO

Fecha	Reporte/Punto de muestreo/canton/distrito/barrio	Tipo	Operación	Cloro	CT	CF	Justificación
25/04/2007	69169/DESCARGA H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua residual	PLAYA			9300	
25/10/2007	72566/DESCARGA H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua residual	PLAYA			430	
			Min.				**430,00**
			Xg				**1999,75** 2
			δ				**4435,0**
			Max.				**9300,00**
17/02/2005	54281/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
16/05/2005	55926/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			93000	
03/08/2005	57667/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			4300	
21/03/2006	62010/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
07/06/2006	63256/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			46000	
20/09/2006	65457/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
07/07/2007	70584/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			9300	
25/10/2007	72566/DESEMB. RIO CONTIGUO H. MAR PARAISO/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			2400	
			Min.				**2400,00**
			Xg				**16567,41** 8
			δ				**27754,7**
			Max.				**93000,00**
17/02/2005	54281/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			4300	
16/05/2005	55926/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			93000	
03/08/2005	57667/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			29000	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

Procedencia PLAYA JACO

Fecha	Reporte/Punto de muestreo/canton/distrito/barrio	Tipo	Operación	Cloro	CT	CF	Justificación
21/03/2006	62010/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			2400	
07/06/2006	63256/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
20/09/2006	65457/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			110000	
25/04/2007	69169/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			9300	
07/07/2007	70584/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			4300	
25/10/2007	72566/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			9300	
06/03/2008	74751/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			1,5E+6	
06/03/2008	74751/DESEMBOCA.RÍO CONT. H. JACO FIESTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			150000	
			Min.				**1,00**
			Xg				**7479,64** 11
			δ				**50119,7**
			Max.				**150000,00**
17/02/2005	54281/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
16/05/2005	55926/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			93000	
03/08/2005	57667/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			15000	
21/03/2006	62010/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			4300	
07/06/2006	63256/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			24000	
20/09/2006	65457/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			110000	
25/04/2007	69169/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			4300	
07/07/2007	70584/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			9300	
25/10/2007	72566/DESEMBOCADURA RIO CONTIGUO BANCOSTA/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA			150000	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

				Min.	**4300,00**
				Xg	**23610,22** 9
				δ	**51457,2**
				Max.	**150000,00**
17/02/2005	54281/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	24000	
16/05/2005	55926/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	240000	
03/08/2005	57667/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	46000	
21/03/2006	62010/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	15000	
07/06/2006	63256/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	12000	
20/09/2006	65457/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	39000	
25/04/2007	69169/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	93000	
07/07/2007	70584/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	15000	
25/10/2007	72566/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	2400	
06/03/2008	74751/DESEMBOCADURA RIO COPEY/GARABITO//	Agua superficial	PLAYA	4,3E+5	
				Min.	**4,00**
				Xg	**10955,60** 10
				δ	**68849,7**
				Max.	**240000,00**
06/03/2008	74751/ESTERO FRENTE BANCOSTO/GARABITO//	Agua residual	PLAYA	290000	
				Min.	**290000,00**
				Xg	**290000,00** 1
				δ	**0,0**
				Max.	**290000,00**
17/02/2005	54281/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA	1100	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

Procedencia PLAYA JACO

Fecha	Reporte/Punto de muestreo/canton/distrito/barrio	Tipo	Operación	Cloro	CT	CF	Justificación
16/05/2005	55926/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			2400	
03/08/2005	57667/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			93	
21/03/2006	62010/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			3.6	
07/06/2006	63256/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			210	
20/09/2006	65457/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
25/04/2007	69169/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
07/07/2007	70584/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
25/10/2007	72566/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			460	
06/03/2008	74751/JAC1 FRENTE HOTEL MAR PARAISO/GARABITO//	Mar	PLAYA			24000	
			Min.				**0,00**
			Xg				**202,86** 10
			δ				**7076,1**
			Max.				**24000,00**
17/02/2005	54281/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			460	
16/05/2005	55926/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
03/08/2005	57667/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			>=2400	
21/03/2006	62010/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
07/06/2006	63256/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			460	
20/09/2006	65457/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			1100	
25/04/2007	69169/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
07/07/2007	70584/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
25/10/2007	72566/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			23	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

Procedencia PLAYA JACO

Fecha	Reporte/Punto de muestreo/canton/distrito/barrio	Tipo	Operación	Cloro	CT	CF	Justificación
06/03/2008	74751/JAC2 FRENTE HOTEL JACO FIESTA/GARABITO//	Mar	PLAYA			4300	
			Min.				**0,00**
			Xg				**81,71** 10
			δ				**1336,8**
			Max.				**4300,00**
17/02/2005	54281/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
16/05/2005	55926/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			43	
03/08/2005	57667/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
21/03/2006	62010/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
07/06/2006	63256/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
20/09/2006	65457/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			43	
25/04/2007	69169/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			Negativo	
07/07/2007	70584/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
25/10/2007	72566/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			240	
06/03/2008	74751/JAC3 FRENTE CABINAS ALICE/GARABITO//	Mar	PLAYA			93	
			Min.				**0,00**
			Xg				**51,72** 10
			δ				**104,9**
			Max.				**240,00**
17/02/2005	54281/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			93	
16/05/2005	55926/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			23	
03/08/2005	57667/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			39	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en la Playa de Jacó por AyA. Del 01/01/2005 al 30/04/2008
(01/01/2005-30/04/2008)

Procedencia PLAYA JACO

Fecha	Reporte/Punto de muestreo/canton/distrito/barrio	Tipo	Operación	Cloro	CT	CF	Justificación
21/03/2006	62010/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			43	
07/06/2006	63256/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			43	
20/09/2006	65457/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			43	
25/04/2007	69169/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			23	
07/07/2007	70584/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			15	
25/10/2007	72566/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			>=2400	
06/03/2008	74751/JAC4 FRENTE HOTEL JACO BEACH/GARABITO//	Mar	PLAYA			93	
			Min.			**15,00**	
			Xg			**59,00**	10
			δ			**706,6**	
			Max.			**2400,00**	
			Min.			**0,00**	
			Xg			**1065,28**	81
			δ			**51204,1**	
			Max.			**290000,00**	

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en el acueducto de Jacó. Del 01/01/2005 al 30/04/2008

Bloque - Sistema		Fuentes y tanques		Red de distribución						
				Muestras analizadas						
Punto de muestreo	Fecha muestreo	Cloro residual mg/L	Coliformes/100ML Fecales	Total	Positivas por cloro n	Positivas por cloro %	Negativas por c. fecales n	Negativas por c. fecales %	Calidad	Observaciones
A - JACÓ DE GARABITO (GARABITO)										
Red	07/04/2006			4	4	100	4	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,1 mg/L.
Red	07/04/2006			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,5 mg/L.
POZO EL COLEGIO 2	20/04/2006	0,0	Negativo							
POZO EL COLEGIO 1	20/04/2006	0,0	9.1							Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red	20/04/2006			2	2	100	2	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-1,0 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	20/04/2006	0,0	1100							Se aisló E.coli a 44.5°C.
SALIDA DE FILTROS	20/04/2006	0,0	29							Se aisló E.coli a 44.5°C.
CLORADA	20/04/2006	1,0	>200							
Red	20/04/2006			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 1,0 mg/L.
Red	25/04/2006			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,7 mg/L. Remuestreo.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	02/05/2006	0,0	150							
SALIDA DE FILTROS	02/05/2006	0,0	20							
CLORADA	02/05/2006	1,0	5.1							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO EL COLEGIO 1	02/05/2006	0,0	Negativo							
POZO EL COLEGIO 2	02/05/2006	0,0	Negativo							
Red	02/05/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,1-1,1 mg/L.
Red	15/05/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,0 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	15/06/2006	0,0	930							
SALIDA DE FILTROS	15/06/2006	0,0	460							
CLORADA	15/06/2006	0,5	Negativo							
POZO EL COLEGIO 1	15/06/2006	0,0	7.3							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO EL COLEGIO 2	15/06/2006	0,0	3.6							Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red	15/06/2006			5	4	80	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,7 mg/L.
Red	26/06/2006			5	3	60	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,5 mg/L.
Red	26/06/2006			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,5 mg/L. Remuestreo.
Red	10/07/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,6 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	27/07/2006	0,0	4600							Se aisló E.coli a 44.5°C.
SALIDA DE FILTROS	27/07/2006	0,0	93							Se aisló E.coli a 44.5°C.
CLORADA	27/07/2006	1,0	2.2							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO EL COLEGIO 1	27/07/2006	0,0	Negativo							
POZO EL COLEGIO 2	27/07/2006	0,0	Negativo							
Red	27/07/2006			5	3	60	2	40	NO POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,5 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red	04/08/2006			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,6 mg/L. Remuestreo.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	10/08/2006	0,0	4600							
SALIDA DE FILTROS	10/08/2006	0,0	11							
CLORADA	10/08/2006	0,6	Negativo							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	10/08/2006	0,0	Negativo							
POZO 1	10/08/2006	0,0	Negativo							
Red	10/08/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,1-0,6 mg/L.
Red	28/08/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,6 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	11/09/2006	0,0	240							
SALIDA DE FILTROS	11/09/2006	0,0	>=2400							

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en el acueducto de Jacó. Del 01/01/2005 al 30/04/2008

Bloque - Sistema		Fuentes y tanques		Red de distribución							
				Muestras analizadas							
Punto de muestreo	Fecha muestreo	Cloro residual mg/L	Coliformes/100ML Fecales	Total	Positivas por cloro n	Positivas por cloro %	Negativas por c. fecales n	Negativas por c. fecales %	Calidad	Observaciones
CLORADA	11/09/2006	0,6	2.2							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	11/09/2006	0,0	Negativo							
POZO 1	11/09/2006	0,0	Negativo							
Red	11/09/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,6 mg/L.
Red	27/09/2006			5	2	40	2	40	NO POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,5 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red	05/10/2006			5	3	60	3	60	NO POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,3 mg/L. Remuestreo.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	17/10/2006	0,0	240							
SALIDA DE FILTROS	17/10/2006	0,0	430							
CLORADA	17/10/2006	0,6	Negativo							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	17/10/2006	0,0	Negativo							
POZO 1	17/10/2006	0,0	Negativo							
Red	17/10/2006			4	4	100	4	100	POT	Cloro residual: 0,6 mg/L.
Red	17/10/2006			2	2	100	2	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,5 mg/L. Remuestreo.
Red	26/10/2006			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,7 mg/L. Remuestreo.
Red	31/10/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,6-0,8 mg/L.
Red	10/11/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-1,5 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	21/11/2006	0,0	750							
SALIDA DE FILTROS	21/11/2006	0,0	1100							
CLORADA	21/11/2006	0,5	>16							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	21/11/2006	0,0	Negativo							
POZO 1	21/11/2006	0,0	Negativo							
Red	21/11/2006			5	5	100	5	100	POT	Cloro residual: 0,6 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	07/12/2006	0,0	150							
SALIDA DE FILTROS	07/12/2006	0,0	15							
CLORADA	07/12/2006	0,5	>16							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	07/12/2006	0,0	Negativo							
POZO 1	07/12/2006	0,0	Negativo							
Red	07/12/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,8 mg/L.
Red	19/12/2006			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,8 mg/L.
Red	09/01/2007			4	2	50	4	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,3 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	24/01/2007	0,0	460							
SALIDA DE FILTROS	24/01/2007	0,0	43							
CLORADA	24/01/2007	0,4	16.0							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	24/01/2007	0,0	Negativo							
POZO 1	24/01/2007	0,0	Negativo							
Red	24/01/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,2-0,9 mg/L.
Red	24/01/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,1 mg/L. Remuestreo.
Red	01/02/2007			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,6 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	13/02/2007	0,0	Negativo							
POZO 1	13/02/2007	0,0	Negativo							
Red	13/02/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,6-0,9 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	13/02/2007	0,0	430							Se aisló E.coli a 44.5°C.
SALIDA DE FILTROS	13/02/2007	0,0	93							Se aisló E.coli a 44.5°C.

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en el acueducto de Jacó. Del 01/01/2005 al 30/04/2008

Bloque - Sistema		Fuentes y tanques		Red de distribución						
				Muestras analizadas						
Punto de muestreo	Fecha muestreo	Cloro residual mg/L	Coliformes/100ML Fecales	Total	Positivas por cloro n	%	Negativas por c. fecales n	%	Calidad	Observaciones
CLORADA	13/02/2007	1,0	Negativo							
Red	28/02/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,2 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	15/03/2007	0,0	150							
SALIDA DE FILTROS	15/03/2007	0,0	29							
CLORADA	15/03/2007	1,2	5.1							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	15/03/2007	0,0	2.2							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 1	15/03/2007	0,0	Negativo							
Red	15/03/2007			5	3	60	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-1,7 mg/L.
Red	28/03/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,5 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	17/04/2007	0,0	43							
SALIDA DE FILTROS	17/04/2007	0,0	460							
CLORADA	17/04/2007	1,4	>16							
POZO 1	17/04/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	17/04/2007	0,0	Negativo							
Red	17/04/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,8 mg/L.
Red	25/04/2007			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-0,5 mg/L.
Red	27/04/2007			5	4	80	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-1,5 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	07/05/2007	0,0	>16							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 1	07/05/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	07/05/2007	0,0	Negativo							
Red	07/05/2007			4	4	100	4	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,5 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	08/05/2007	0,0	93							
SALIDA DE FILTROS	08/05/2007	0,0	240							
CLORADA	08/05/2007	1,6	Negativo							
Red	16/05/2007			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,6 mg/L. Remuestreo.
Red	24/05/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,0 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	07/06/2007	0,0	Negativo							
POZO 1	07/06/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	07/06/2007	0,0	Negativo							
Red	07/06/2007			5	5	100	5	100	POT	Cloro residual: 0,6 mg/L.
Red	22/06/2007			4	4	100	4	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,7 mg/L.
Red	28/06/2007			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,8 mg/L. Remuestreo.
Red	05/07/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,7 mg/L.
Red	07/07/2007			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,6 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	18/07/2007	0,0	>16							
POZO 1	18/07/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	18/07/2007	0,0	Negativo							
Red	18/07/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,3 mg/L.
Red	03/08/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,1 mg/L.
Red	06/08/2007			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 0,4 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	16/08/2007	0,0	Negativo							
POZO 1	16/08/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	16/08/2007	0,0	Negativo							
Red	16/08/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,6 mg/L.

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en el acueducto de Jacó. Del 01/01/2005 al 30/04/2008

Bloque - Sistema / Punto de muestreo	Fecha muestreo	Fuentes y tanques: Cloro residual mg/L	Fuentes y tanques: Coliformes/100ML Fecales	Red de distribución: Muestras analizadas: Total	Positivas por cloro: n	Positivas por cloro: %	Negativas por c. fecales: n	Negativas por c. fecales: %	Calidad	Observaciones
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	03/09/2007	0,0	Negativo							
POZO 1	03/09/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	03/09/2007	0,0	Negativo							
Red	03/09/2007			4	4	100	4	100	POT	Ámbito cloro residual: 1,2-1,3 mg/L.
Red	13/09/2007			1	1	100	1	100	POT	Cloro residual: 1,0 mg/L. Remuestreo.
Red	25/09/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,7-1,2 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	04/10/2007	0,0	15							
SALIDA DE FILTROS	04/10/2007	0,0	930							
CLORADA	04/10/2007	0,4	Negativo							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	04/10/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	04/10/2007	0,0	Negativo							
Red	04/10/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,1 mg/L.
Red	18/10/2007			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,6-0,8 mg/L.
Red	24/10/2007			2	2	100	2	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,6-0,7 mg/L. Remuestreo.
Red	25/10/2007			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,5 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	01/11/2007	0,0	240							
SALIDA DE FILTROS	01/11/2007	0,0	460							
CLORADA	01/11/2007	0,4	>16							
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	01/11/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	01/11/2007	0,0	Negativo							
Red	01/11/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,4-1,2 mg/L.
Red	15/11/2007			5	1	20	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,0-0,6 mg/L.
Red	06/12/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,8-1,4 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	17/12/2007	0,0	930							
SALIDA DE FILTROS	17/12/2007	0,0	>=2400							
CLORADA	17/12/2007	0,2	5.1							Se aisló E.coli a 44.5°C.
POZO 1	17/12/2007	0,0	Negativo							
POZO 2	17/12/2007	0,0	Negativo							
Red	17/12/2007			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-1,7 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	14/01/2008	0,0	Negativo							
POZO 1	14/01/2008	0,0	Negativo							
POZO 2	14/01/2008	0,0	Negativo							
Red	14/01/2008			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,5 mg/L.
QUEBRADA PIEDRA BRUJA: CRUDA	14/01/2008	0,0	430							
Red	28/01/2008			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-1,1 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	06/02/2008	0,0	Negativo							
POZO 1	06/02/2008	0,0	Negativo							
POZO 2	06/02/2008	0,0	Negativo							
Red	06/02/2008			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,2-0,4 mg/L.
Red	21/02/2008			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,9 mg/L.
Red	06/03/2008			4	4	100	3	75	NO POT	Ámbito cloro residual: 0,1-0,7 mg/L. Se aisló E.coli a 44.5°C.
Red	14/03/2008			3	3	100	3	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,3-0,5 mg/L.
POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	28/03/2008	0,0	>16							

Resultados de los análisis microbiológicos efectuados en el acueducto de Jacó. Del 01/01/2005 al 30/04/2008

Bloque - Sistema / Punto de muestreo	Fecha muestreo	Fuentes y tanques: Cloro residual mg/L	Fuentes y tanques: Coliformes/100ML Fecales	Red de distribución: Muestras analizadas: Total	Positivas por cloro: n	Positivas por cloro: %	Negativas por c. fecales: n	Negativas por c. fecales: %	Calidad	Observaciones
POZO 1	28/03/2008	0,0	Negativo							
POZO 2	28/03/2008	0,0	Negativo							
Red	28/03/2008			5	5	100	5	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,1-0,3 mg/L.
Red	02/04/2008			2	2	100	2	100	POT	Ámbito cloro residual: 0,5-0,9 mg/L. Remuestreo.
				269	250	93	260	97	POT	

ANEXO D.1: Físico Químicos

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
03/12/2007	0	0.8	5.79		25						0.9	46	RED 3	Edgar Porras Vega
29/01/2008	0	0.1	7.01		95						0.3	214	RED 3	Elvis Rojas Rodríguez
INCOP														
Pozo														
15/02/2005	0	0.2	7.57	-0.69	133	290	11	18	0.21	1		585	POZO 1	Pozo 1
13/02/2008	0	0.3	7.26	0.04	132	294		42	0.12	1		673	POZO 1	Pozo1
15/02/2005	0	0.6	7.44	-0.63	127	302	11	30	0.23	1		639	POZO 2	Pozo 2
13/02/2008	0	0.3	7.23	0.03	128	308		41	0.22	3		685	POZO 2	Pozo 2
JACO DE GARABITO DE PUNTARENAS														
Red														
15/11/2005	0	0.1	7.24		179							333	RED 2	Marcela Fallas
Clorada														
15/06/2006	5	2.3	8.27	0.35	131	129	1	3	0.10	1	0.5	249	CLORADA	Clorada
27/07/2006	2	1.6	8.06	0.19	142	138	2	3	0.20	1	1.0	264	CLORADA	Salida de La planta
10/08/2006	0	1.6	8.23	0.47	142	146	1	3	0.19	1	0.6	266	CLORADA	Clorada
11/09/2006	0	2.0	8.13		138	139		2	0.16	1	0.6	255	CLORADA	Clorada
17/10/2006	0	2.3	7.79	0.06	128	128		2	0.24	1	0.6	242	CLORADA	Clorada
21/11/2006	0	7.0	8.24	0.50	141	130		5	0.13	1	0.5	242	CLORADA	Clorada
07/12/2006	0	2.3	8.24	0.65	141	139		2	0.16	1	0.5	266	CLORADA	Clorada
27/12/2006	0	1.1	8.16	0.61	143	139		7	0.18	1	0.8	263	CLORADA	Clorada
13/02/2007	0	1.1	8.26	0.48	147	140	1	2	0.17	1	1.0	286	CLORADA	Clorada
15/03/2007	0	1.5	8.21	0.61	157	140	5	1	0.13	1	1.2	277	CLORADA	Clorada
17/04/2007	0	0.4	7.71	0.21	146	130	1	3	0.21	1	1.4	273	CLORADA	Clorada
08/05/2007	0	1.0	8.06	0.62	148	133	1	4	0.18	1	1.6	281	CLORADA	Clorada
04/10/2007	2	5.4	8.01		136	142	1	2	0.14	1	0.4	257	CLORADA	Jacó
01/11/2007	0	1.8	8.15	0.57	132	140		5	1.10	1	0.4	253	CLORADA	CLORADA
17/12/2007	3	3.6	8.13	0.51	138	146		2	0.15	1	0.2	263	CLORADA	Clorada
13/02/2006	0	1.1	8.01	0.55	137	144	1	3	0.19	1	0.7	272	SALIDA DE FILTROS	Clorada
Filtros														

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
03/05/2005	0	0.5	7.79	0.83	139	147	1	2	0.19	6		272	SALIDA DE FILTROS	Salida de Filtros
Pozo														
11/09/2006	0	3.6	7.75		169	166		1	0.10	3		305	POZO 1	Pozo 1
17/10/2006	0	0.2	7.50	0.05	168	162		1	0.11	1		305	POZO 1	Pozo 1
21/11/2006	0	0.7	7.60	0.09	180	158		5	0.14	1		298	POZO 1	Pozo 1
24/01/2007	2	0.1	7.42	-0.14	172	169	2	3	0.10	1		312	POZO 1	Pozo 1
13/02/2007	0	2.5	7.66	0.12	168	164	3	1	0.10	1		328	POZO 1	Pozo 1
14/03/2007	0	0.1	7.35	-0.04	172	162	2	2	0.13	1		320	POZO 1	Pozo 1
17/04/2007	0	0.3	6.95	-0.41	161	149	3	2	0.10	2		306	POZO 1	Pozo 1
08/05/2007	0	0.7	7.46	0.16	173	150	3	3	0.11	1		310	POZO 1	Pozo 1
06/06/2007	0	0.1	7.03	-0.10	165	166	3	5	0.10	1		310	POZO 1	Pozo 1
16/08/2007	0	0.1	7.48	-0.13	165	170	2	3	0.10	1		299	POZO 1	Pozo 1
05/09/2007	0	0.3	7.55	0.11	167	172	2	2	0.10	2		309	POZO 1	Pozo 1
17/12/2007	0	0.1	7.38	0.07	179	183		2	0.10	1		322	POZO 1	Pozo 1
06/02/2008	0	0.1	7.30	0.16	170	181		1	0.16	1		336	POZO 1	Pozo 1
17/04/2007	0	0.2	7.34	-0.17	173	159	2	2	0.10	1		332	POZO 2	Pozo 2
06/06/2007	0	0.2	7.10	-0.06	177	179	3	1	0.10	1		325	POZO 2	Pozo 2
16/08/2007	0	0.1	7.53	-0.02	177	185	3	3	0.13	1		322	POZO 2	Pozo 2
05/09/2007	0	0.1	7.45	0.08	180	183	2	3	0.10	1		323	POZO 2	Pozo 2
04/10/2007	0	0.1	7.32		175	185	2	1	0.10	1		327	POZO 2	Pozo 2
01/11/2007	0	0.1	7.48	0.04	173	83		1	0.10	1		324	POZO 2	POZO 2
17/12/2007	0	0.2	7.39	0.04	184	193		3	0.10	1		335	POZO 2	Pozo 2
06/02/2008	0	0.1	7.31	0.18	199	195		3	0.10	1		353	POZO 2	Pozo 2
11/09/2006	0	0.1	8.02		182	180		2	0.10	1		328	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3-La Municipalidad
21/11/2006	0	1.4	7.55	0.11	164	171		6	0.13	1		321	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 la municipalidad
07/12/2006	0	0.4	7.52	0.21	180	175		2	0.10	1		337	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3-La Municipalidad
24/01/2007	0	0.1	7.59	0.19	187	176	2	2	0.10	1		330	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 la Municipalidad
13/02/2007	0	0.9	8.21	0.55	180	175	3	2	0.10	1		343	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
14/03/2007	0	0.1	7.31	-0.10	181	173	5	2	0.13	1		344	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad
08/05/2007	0	0.1	7.48	0.20	180	166	3	3	0.20	1		333	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad
06/06/2007	0	0.2	7.18	-0.02	179	183	3	3	0.10	1		331	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad
16/08/2007	0	0.1	7.41	-0.10	178	185	2	3	0.10	1		326	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 la Municipalidad
05/09/2007	0	0.1	7.40	0.16	180	183	2	2	0.10	2		329	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad
04/10/2007	0	0.1	7.51		179	181	2	1	0.10	1		324	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3
01/11/2007	0	0.7	7.43	0.01	177	187		1	0.10	1		329	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	POZO 3:LA MUNICIPALIDAD
06/02/2008	0	0.1	7.26	0.22	180	191		6	0.10	1		353	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3 La Municipalidad
14/02/2005	0	0.1	7.35	-0.58	184	182	3	2	0.10	5		335	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
03/05/2005	0	0.4	6.61	-0.14	179	184	2	2	0.11	7		332	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
17/08/2005	0	0.2	7.97	-0.78	181	204	2	1	0.16	1		339	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
15/11/2005	0	0.1	6.07	-1.54	179	204	1	2	0.10	4		334	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
13/02/2006	0	0.3	7.53	-0.04	176	171	1	2	0.16	1		335	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
20/04/2006	0	0.6	7.58	-0.18	172	178	2	2	0.10	1		326	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
15/06/2006	0	0.2	7.94	0.26	180	175	2	2	0.16	1		335	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
27/07/2006	0	0.3	7.64	0.07	184	180	2	2	0.10	1		340	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
10/08/2006	0	0.1	7.76	0.22	188	180	1	2	0.15	1		337	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3-Municipalidad
17/10/2006	0	0.1	7.79	0.52	180	176		2	0.10	1		328	POZO 3-MUNICIPALIDAD	Pozo 3 Municipalidad
20/04/2006	0	0.6	7.65	-0.13	163	167	2	3	0.10	1		313	POZO EL COLEGIO 1	Pozo El Colegio 1
15/06/2006	2	0.2	7.55	-0.05	165	164	1	2	0.10	1		296	POZO EL COLEGIO 1	Pozo El Colegio 1
27/07/2006	0	0.1	7.45		173	166	3	2	0.12	1		314	POZO EL COLEGIO 1	Pozo El Colegio 1
10/08/2006	0	0.1	7.73	0.14	173	167	1	3	0.14	1		313	POZO EL COLEGIO 1	Pozo El Colegio 1
07/12/2006	0	0.2	7.56	0.21	164	162		2	0.12	1		312	POZO EL COLEGIO 1	Pozo El Colegio 1
Quebrada														
13/02/2007	0	0.8	8.30	0.53	145	140	3	2	0.15	1		284	QUEBRADA PIEDRA BRUJA	Cruda
17/04/2007	0	1.4	7.74	0.23	140	133	1	1	0.24	1		272	QUEBRADA PIEDRA BRUJA	Quebrada Piedra Bruja
04/10/2007	5	6.5	8.12		138	146	3	1	0.10	1		257	QUEBRADA PIEDRA BRUJA	Quebrada Piedra Bruja
13/03/2007	0	1.5	8.23	0.65	149	142	8	1	0.16	1		277	QUEBRADA PIEDRA BRUJA: (	Cruda

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
17/12/2007	3	4.3	8.18	0.51	138	148		2	0.13	1		263	QUEBRADA PIEDRA BRUJA: C	Cruda
Red														
20/04/2006	0	0.9	7.79		150						1.0	293	AVENIDA PASTOR DIAZ	Payless Car Rental
28/08/2006	0	1.7	7.97		136						0.5	249	AVENIDA PASTOR DIAZ	Café del Mar
31/10/2006	0	0.2	7.47		166						0.8	307	AVENIDA PASTOR DIAZ	Cruz Roja
28/03/2007	0	0.4	7.82		150						1.5	287	AVENIDA PASTOR DIAZ	Plaza Jaco
24/04/2007	0	0.5	6.95		169						1.1	325	AVENIDA PASTOR DIAZ	Cruz Roja
18/10/2007	0	0.4	7.39		175						0.7	328	AVENIDA PASTOR DIAZ	Heladería El Guarco
20/04/2006	0	0.5	7.84		155						1.0	305	CALLE LA MUNICIPALIDAD	Puesto de La Cruz Roja
17/10/2006	0	0.5	7.52		166						0.6	305	CALLE LA MUNICIPALIDAD	CEN - CINAI
24/01/2007	0	0.1	7.42		172						0.7	317	CALLE LA MUNICIPALIDAD	Super Gaby
06/06/2007	0	0.1	7.26		173						0.6	308	CALLE LA MUNICIPALIDAD	Municipalidad
18/07/2007	0	0.1	7.44		167						1.2	312	CALLE LA MUNICIPALIDAD	Cen-Cinai
06/02/2008	0	0.1	7.31		174						0.4	341	CALLE LA MUNICIPALIDAD	Carlos Robles Diaz
28/08/2006	0	2.0	8.10		136						0.6	248	CALLE MACAVI	Café Internet: 1024 KBPS
31/10/2006	2	2.1	7.84		147						0.8	266	CALLE MACAVI	Cabinas Iguana
01/02/2007	0	0.2	7.19		183						0.6	295	CALLE MACAVI	Grace Sandobal Rodríguez
28/03/2007	0	0.3	7.30		169						1.2	314	CALLE MACAVI	Café Internet
24/04/2007	0	0.2	6.80		169						0.1	326	CALLE MACAVI	Panadería Tosso
18/10/2007	3	3.5	8.04		138						0.4	259	CALLE MACAVI	Cabinas Iguana
28/08/2006	0	0.6	7.82		169						0.6	308	CALLES MORALES-HIDALGO	Soda la Amistad
31/10/2006	2	3.0	7.46		170						0.8	305	CALLES MORALES-HIDALGO	Super Arturo
28/03/2007	0	0.2	7.28		177						0.4	319	CALLES MORALES-HIDALGO	Super Arturo
24/04/2007	0	0.6	7.51		138						1.5	279	CALLES MORALES-HIDALGO	Super Arturo
18/10/2007	0	0.2	7.30		173						0.6	324	CALLES MORALES-HIDALGO	Super Arturo
28/08/2006	0	2.0	8.07			132					0.5	248	HACIA EL ESTERO	Yolanda Agüero
31/10/2006	0	2.5	7.90		139						0.8	261	HACIA EL ESTERO	Yolanda Agüero
28/03/2007	0	0.6	7.62		163						1.4	296	HACIA EL ESTERO	Soda El Caracol

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
24/04/2007	0	2.1	7.48		140						1.3	277	HACIA EL ESTERO	Bar Restaurante El Estero
18/10/2007	3	5.6	8.18	0.00	136							255	HACIA EL ESTERO	Javier Mesén
17/10/2006	0	2.4	7.84		130						0.6	240	INVU	Hector Herrera
26/01/2007	0	0.1	7.50		181						0.9	318	INVU	Misael Mora
06/06/2007	0	0.1	7.20		167						0.6	316	INVU	María Teresa Hernández
18/07/2007	0	0.1	7.24		171						1.0	317	INVU	Flor Mora Berrocal
06/02/2008	0	0.1	7.31		176						0.2	341	INVU	Ligia Diaz Berrocal
20/04/2006	0	0.4	7.22		168						0.3	328	LA AMISTAD - COPEY	Mercedes Solís
17/10/2006	0	0.1	7.67		180						0.0	325	LA AMISTAD - COPEY	Justo Evenor Duarte
24/01/2007	0	0.8	8.22		149						0.2	264	LA AMISTAD - COPEY	Luis Céspedes
06/06/2007	0	0.1	7.12		171						0.6	322	LA AMISTAD - COPEY	Centro Llantero Car wash
18/07/2007	0	0.1	7.37		175						1.3	320	LA AMISTAD - COPEY	Deposito MACAVI
06/02/2008	0	0.2	7.61		195						0.2	335	LA AMISTAD - COPEY	Sandra Valenciano Ramos
18/07/2007	0	0.1	7.30	-0.02	163	170	2	1	0.10	1		304	POZO 1	Pozo 1
18/07/2007	0	0.1	7.49	0.02	177	183	2	2	0.10	1		325	POZO 2	Pozo 2
18/07/2007	0	0.2	7.39	0.08	178	183	2	2	0.10	1		328	POZO 3 - LA MUNICIPALIDAD	Pozo 3: La Municipalidad
28/08/2006	0	0.2	7.79		167						0.6	307	QUEBRADA SECA	Raul Cascante
31/10/2006	0	0.1	7.69		168						0.8	307	QUEBRADA SECA	Asdrubal Hernández
28/03/2007	0	0.2	7.45		175						0.7	322	QUEBRADA SECA	Alicia Steller Trejos
24/04/2007	0	0.3	6.90		169						0.0	326	QUEBRADA SECA	María Isabel Calvo
18/10/2007	0	0.1	7.26		173						0.8	331	QUEBRADA SECA	Minisuper Mega Chepe
03/05/2005	0	0.6	8.24		141						0.0	262	RED 1	Geovanny Méndez Solís
15/11/2005	0	0.8	7.79		171							255	RED 1	Escuela Central
03/05/2005	0	0.4	8.06		137						0.0	265	RED 2	Super Las Chancletas
03/05/2005	0	0.4	8.07		149						0.0	277	RED 4	Super Javi
15/11/2005	0	0.9	7.90		137							254	RED 4	Cruz Roja
03/05/2005	0	0.6	8.13		139						0.0	265	RED3	Soda Frank
15/11/2005	0	0.9	7.92		137							255	RED3	Souvenir Café del Mar

PDF Complete
Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.
Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features

						ALCALINIDAD TOTAL	SULFATOS	CLORUROS	FLUORUROS	NITRATOS	CLORO RESIDUAL	CONDUCTIVIDAD	SECTOR	LOCALIZACION
						mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	uS/cm		
17/10/2006	0	2.3	7.87		130						0.6	238	URBANIZACION F Y M	Emergencias 2000
24/01/2007	0	0.7	8.17		143						0.2	265	URBANIZACION F Y M	Elizabeth Chinchilla
06/06/2007	0	0.2	7.22		171						0.6	324	URBANIZACION F Y M	Casa E- 22
18/07/2007	0	0.1	7.30		175						0.9	320	URBANIZACION F Y M	Yoconda Cascante
06/02/2008	0	0.1	7.24		176						0.3	343	URBANIZACION F Y M	Ofelia Jimenez Valverde
17/10/2006	0	1.9	7.93		132						0.6	240	URBANIZACION JACO SOL	Alex Antonio Faxas
24/01/2007	0	0.1	7.42		176						0.8	316	URBANIZACION JACO SOL	Tierra Mujer
06/06/2007	0	0.1	7.16		175						0.6	323	URBANIZACION JACO SOL	Gladys Villalobos
18/07/2007	0	0.1	7.33		175						0.7	319	URBANIZACION JACO SOL	Farmature S.A.
06/02/2008	0	0.1	7.34		176						0.3	343	URBANIZACION JACO SOL	María Cecilia Asis
JESUS MARIA DE SAN MATEO														
Mezcla														
05/06/2006	0	0.4	7.94	0.78	83	83	8	2	0.10	1		136	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
Naciente														
19/04/2004	0	0.1	4.30	-3.75	12	0		2	0.10			32	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de nacientes
15/02/2005	0	0.1	6.09	1.49	15	0	10	1	0.10	5		35	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
13/04/2005	0	0.1	3.72	-3.35	23	4	9	1	0.10	1		36	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
16/05/2005	0	0.1	3.41	-4.70	19	4	9	1	0.10	2		34	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
16/08/2005	0	0.3	3.69	-2.29	21	4	5	1	0.10	1		32	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
08/03/2006	0	0.2	3.69	-4.44	22	0	9	1	0.10	1		30	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Naciente
11/09/2006	0	1.1	7.41		80	67		1	0.10	1		125	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
04/12/2006	0	0.1	7.14	-0.82	57	43		4	0.10	1		91	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
17/04/2007	0	0.7	7.35	-0.35	69	50	7	1	0.10	2		120	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
09/07/2007	0	0.3	6.73	-1.01	50	35	6	1	0.11	3		83	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
16/10/2007	0	0.1	7.38	-0.06	90	82	4	1	0.21	1		140	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
11/02/2008	0	1.6	8.01	0.21	74	66		2	0.10	1		126	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
16/04/2008	0	0.4	7.37		78							116	MEZCLA DE NACIENTES	Mezcla de Nacientes
16/04/2008	0	0.1	4.70	-3.29	10	6		1	0.10	5		21	NACIENTE 1	Naciente 1
16/04/2008	0	0.1	4.08	-3.77	11	6		1	0.10	1		44	NACIENTE 2	Naciente 2

ANEXO E.1: Resultados de propagación del oleaje en la malla más fina

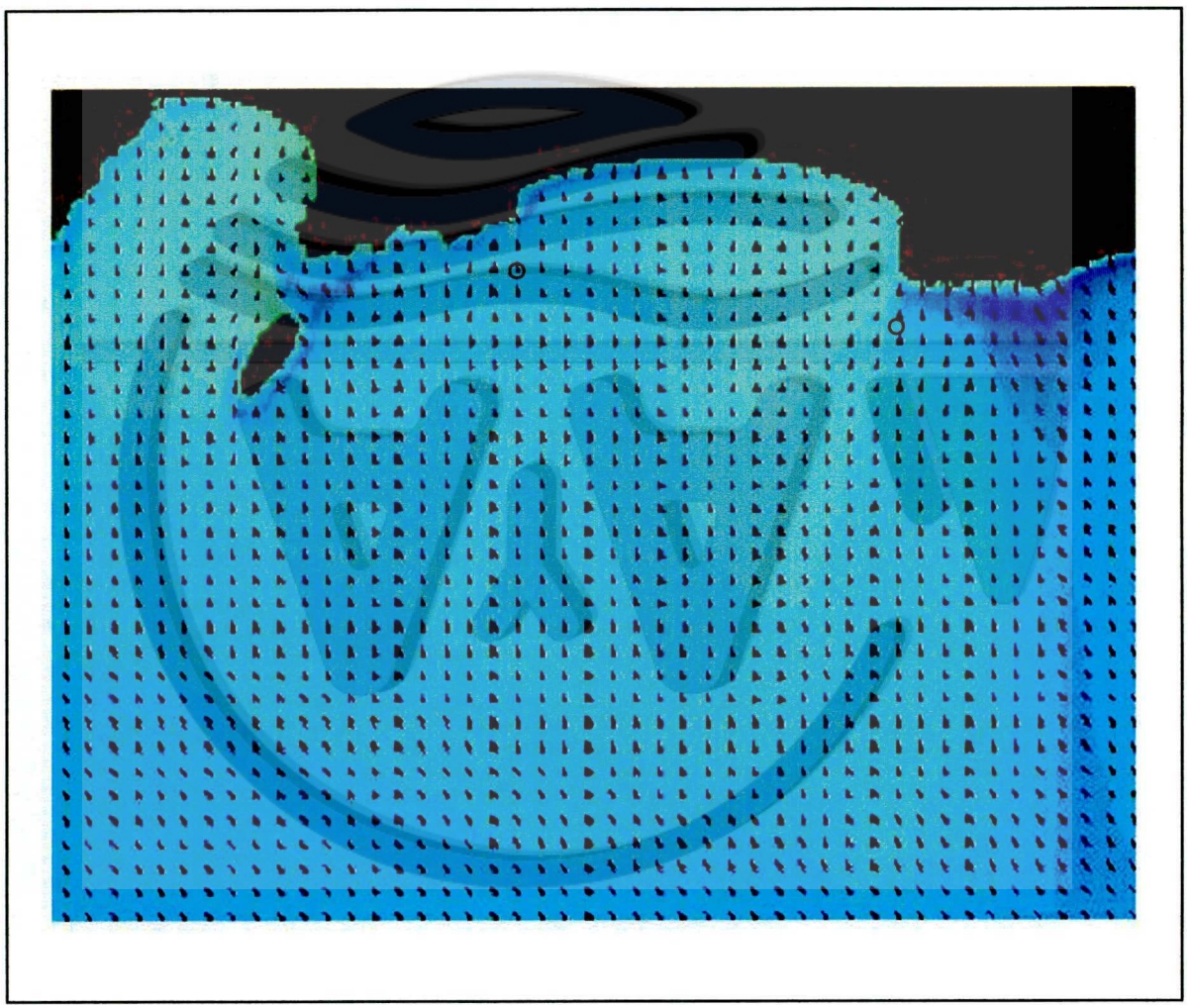
Oleajes de Mar Profundo

Oleajes Jaco

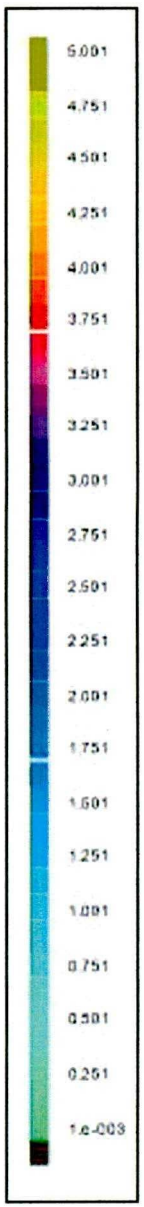
Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

Dirección S
Ho=1.91 m
Tp=17.00 s



ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)



0 250 1250 2500
ESCALA

WATERMARK S.A
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

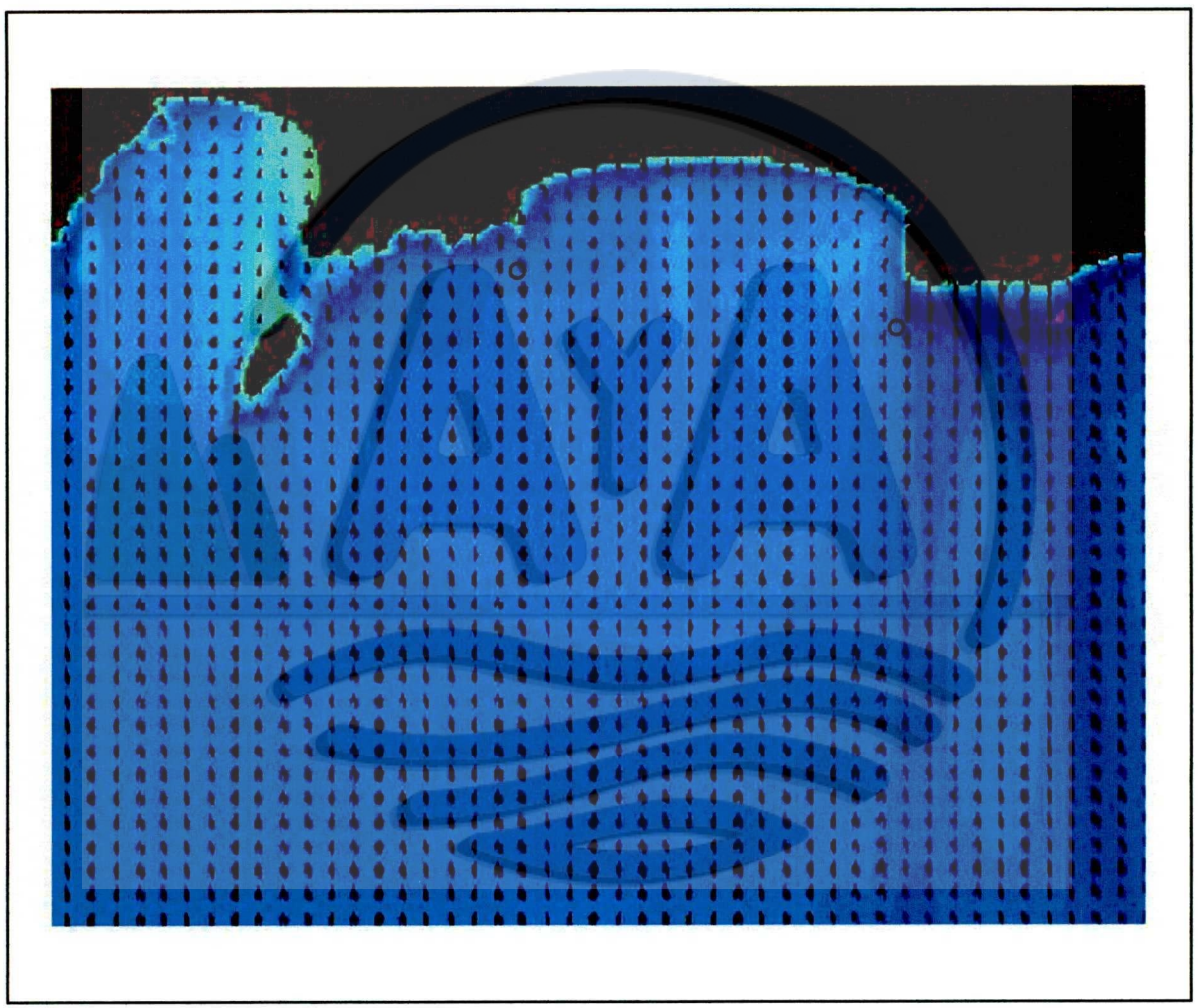
Oleajes de Mar Profundo

Oleajes Jaco

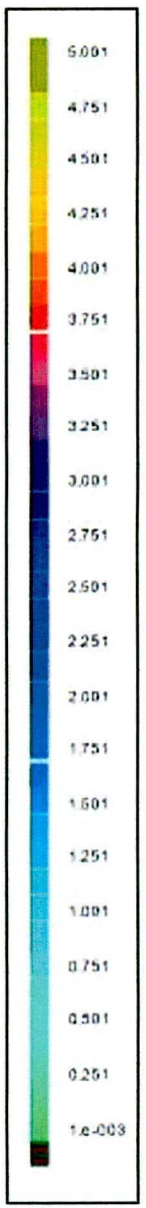
Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

Dirección SO
Ho=3.25 m
Tp=17.00 s



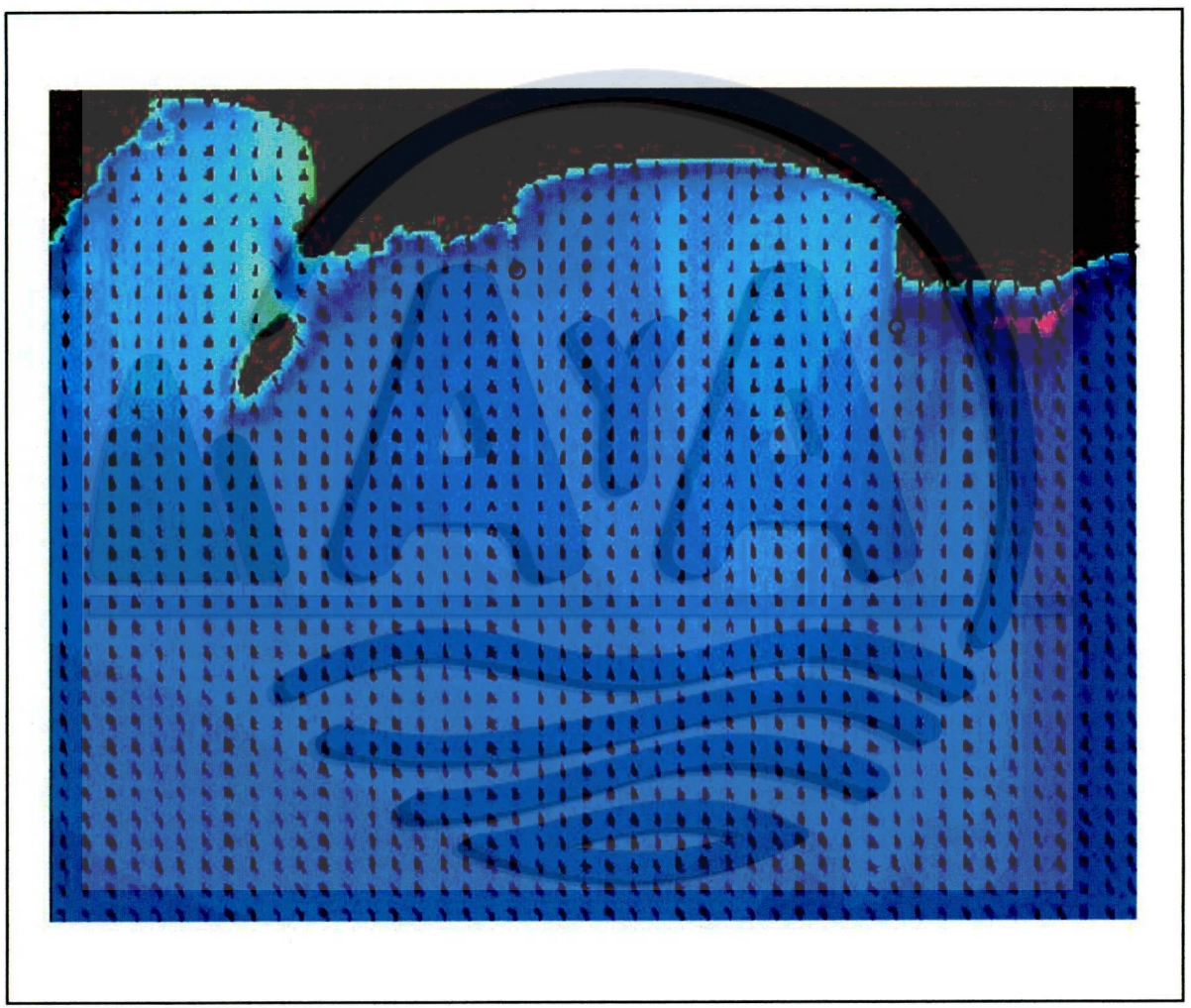
ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)



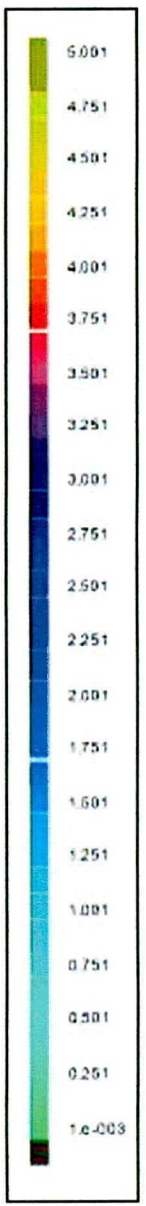
0 250 1250 2500
ESCALA

WATERMARK S.A
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Oleajes de Mar Profundo



ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)



0 250 1250 2500
ESCALA

Oleajes Jaco

Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=3.58 m
Tp=17.00 s

WATERMARK S.A
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

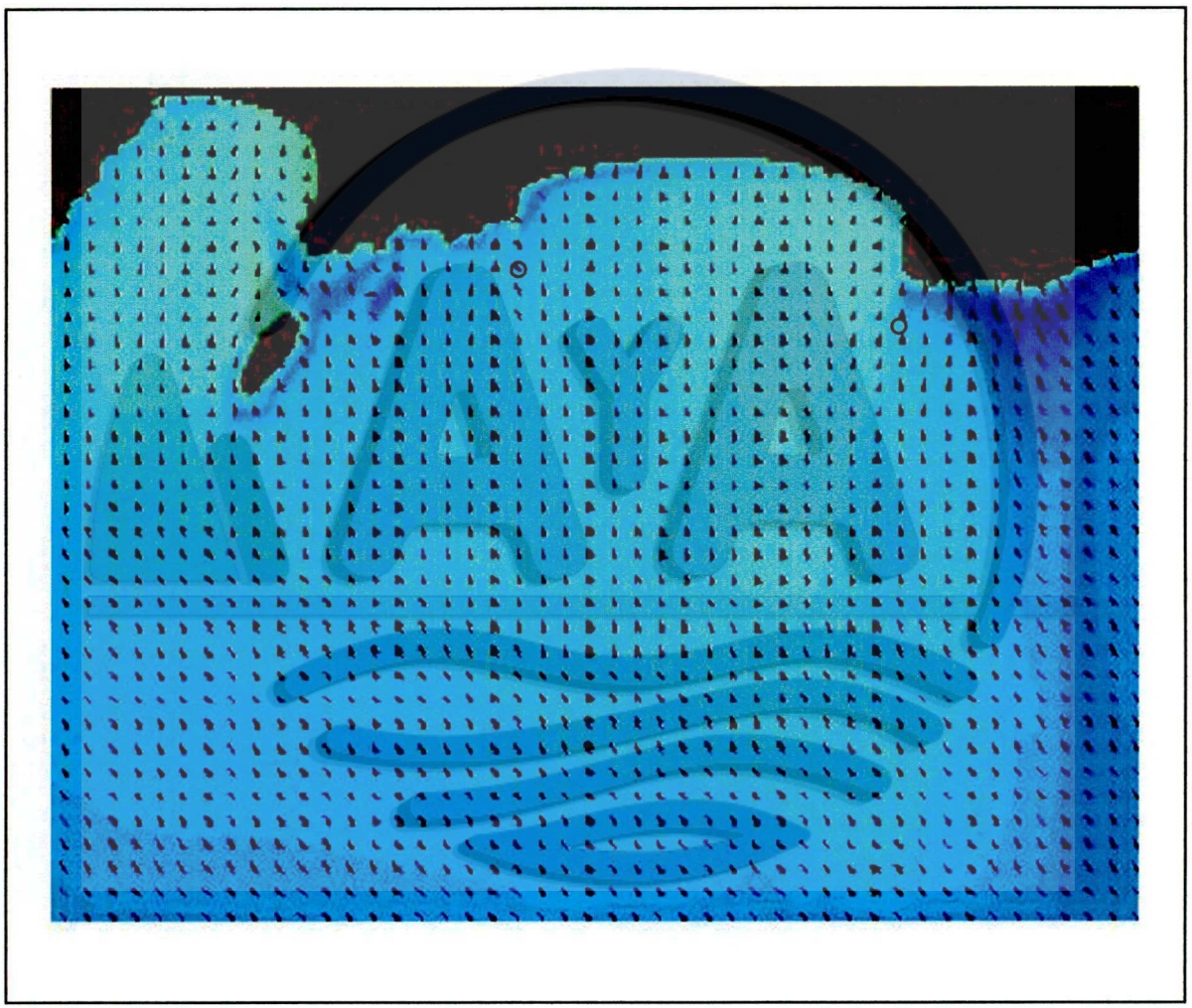
Oleajes de Mar Profundo

Oleajes Jaco

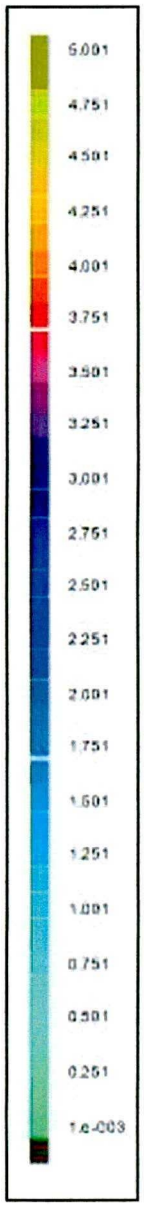
Periodo de Retorno
10 Años

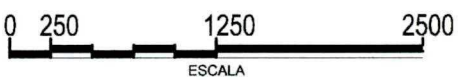
Malla 50x50

Dirección S
Ho=3.33 m
Tp=17.00 s



ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)





WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

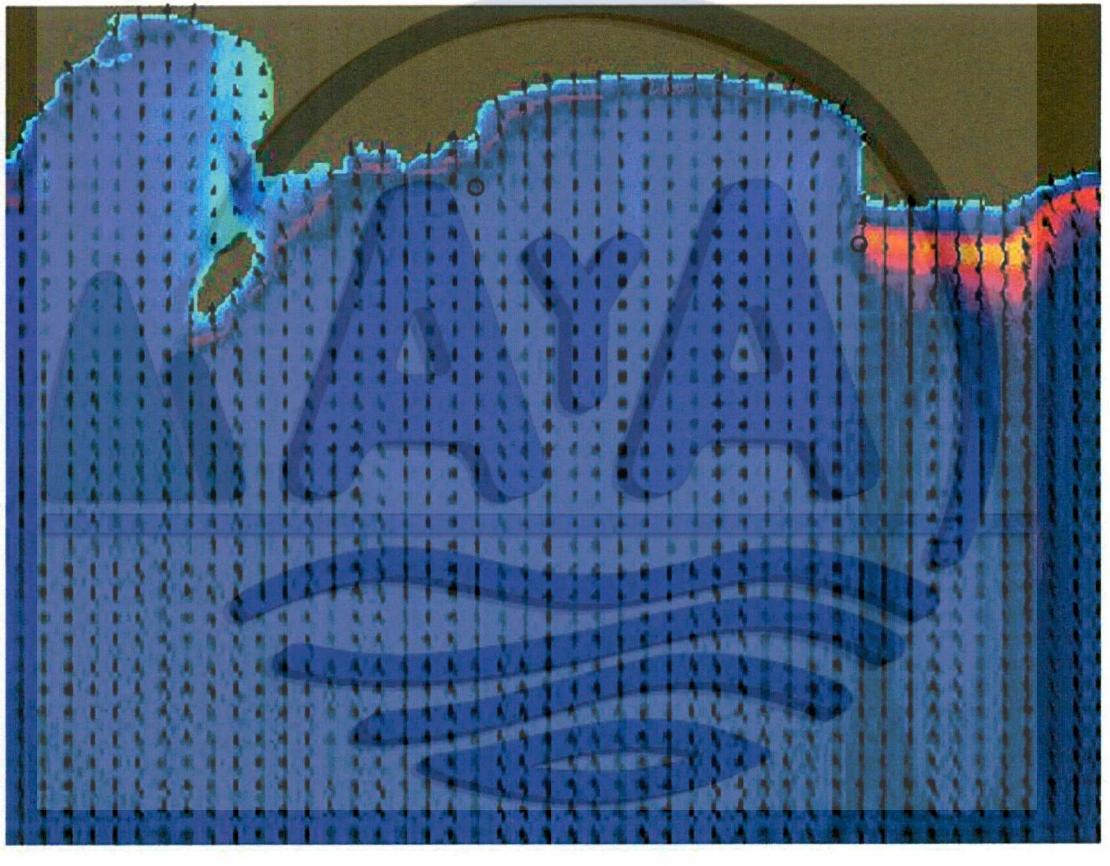
Oleajes de Mar Profundo

Oleajes Jaco

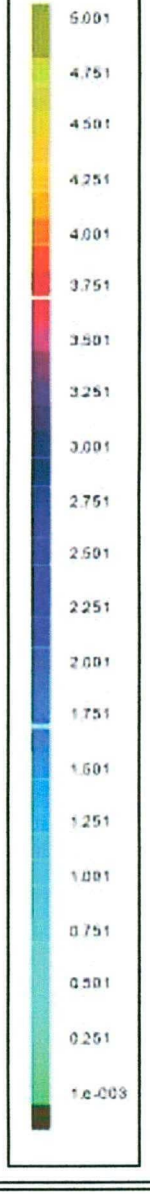
Periodo de Retorno
10 Años

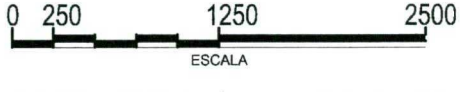
Malla 50x50

Dirección SO
Ho=4.22 m
Tp=17.00 s



ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)





WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

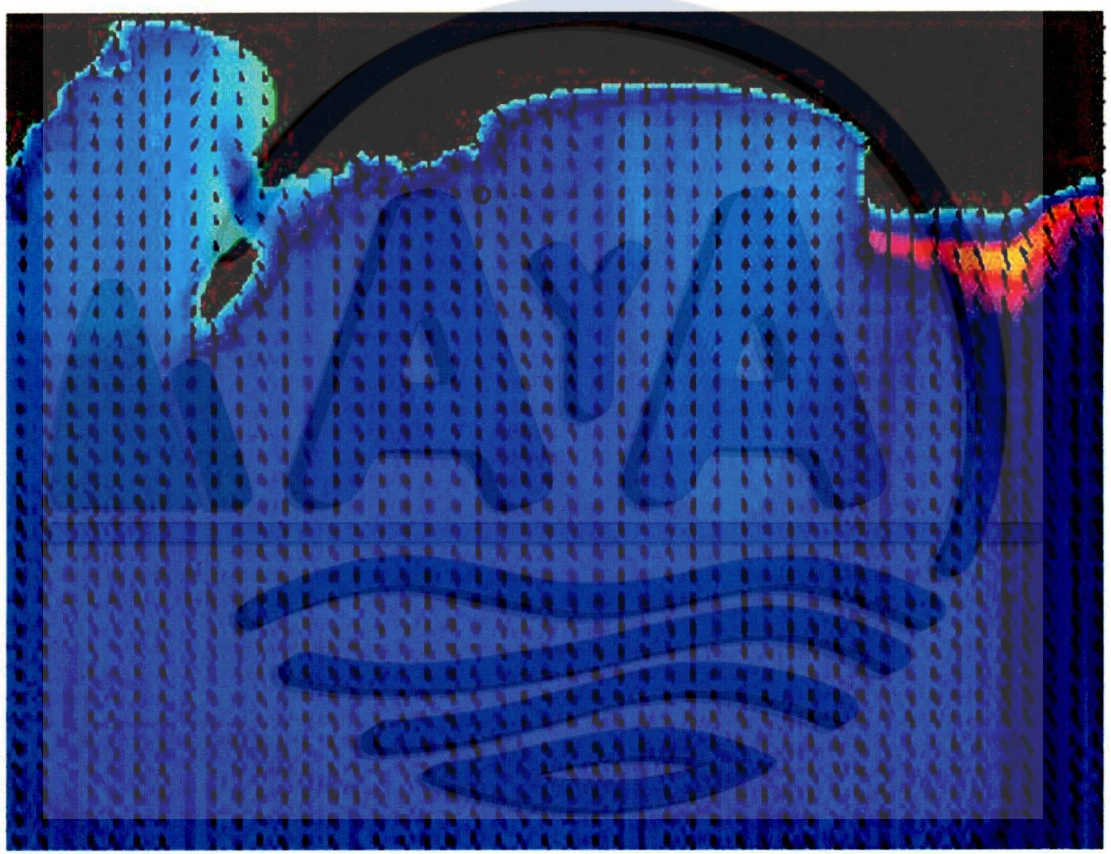
Oleajes de Mar Profundo

Oleajes Jaco

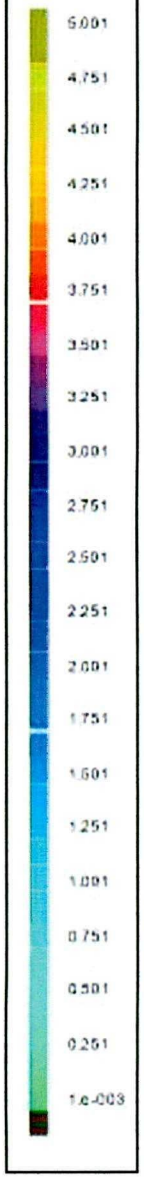
Periodo de Retorno
10 Años

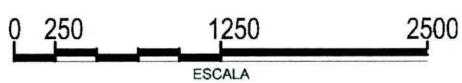
Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=4.49 m
Tp=17.00 s



ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)



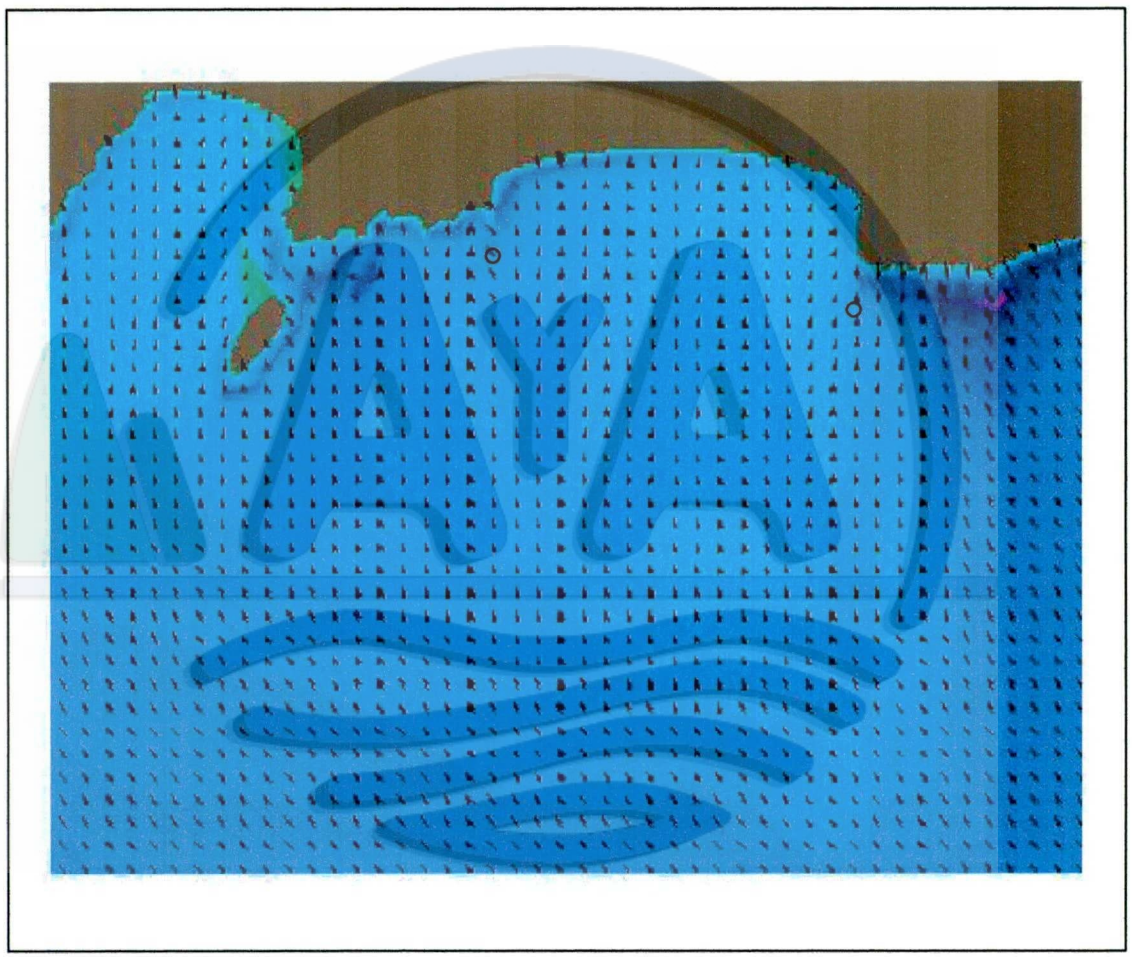


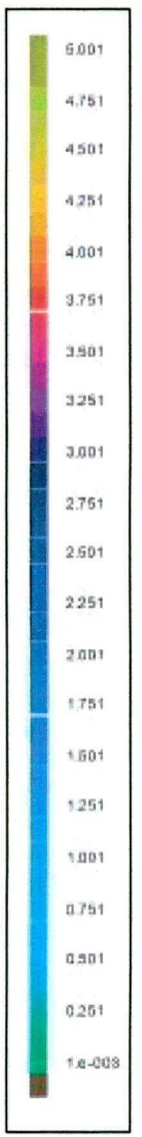
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Oleajes de Mar Profundo

ALTURA DE OLEAJE Hs (m)





Oleajes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección S
Ho=4.27 m
Tp=18.00 s

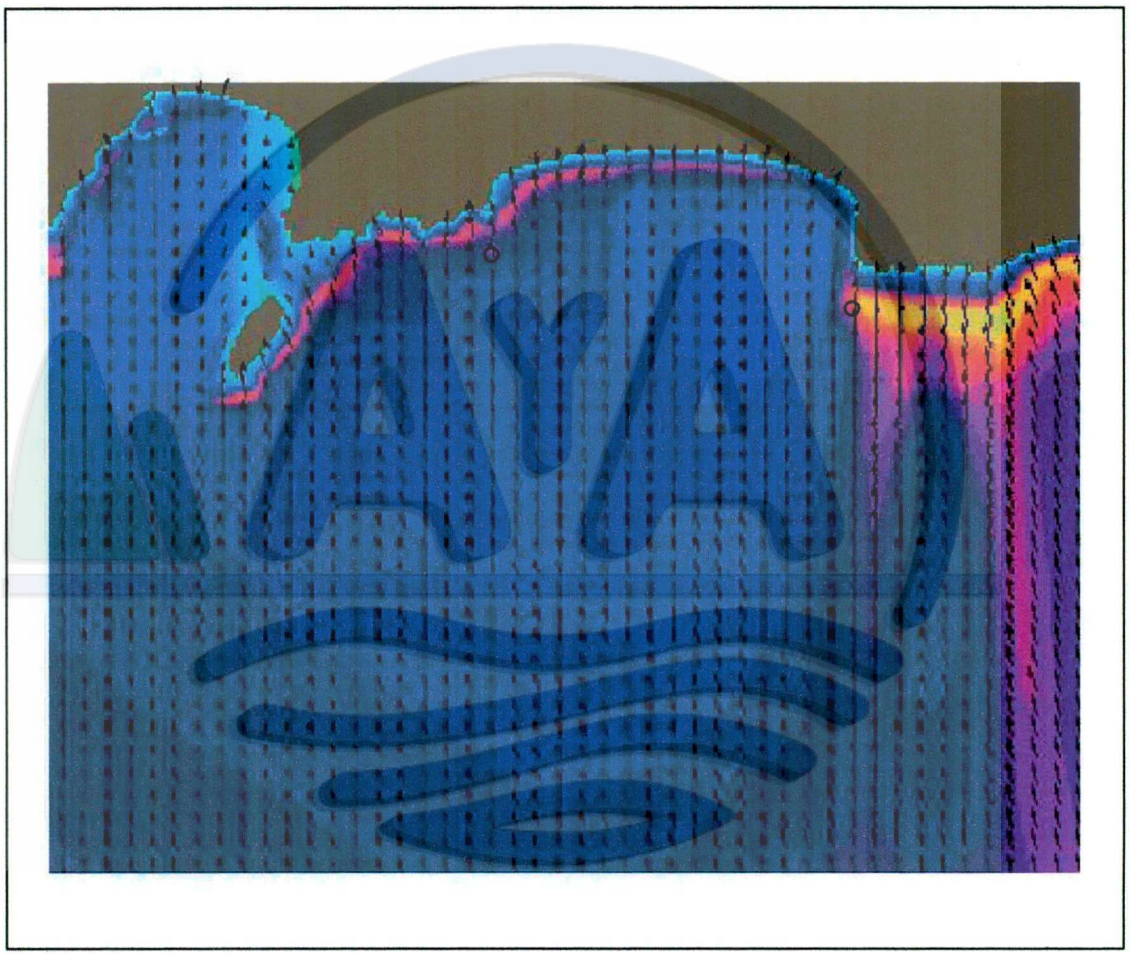
0 250 1250 2500
ESCALA

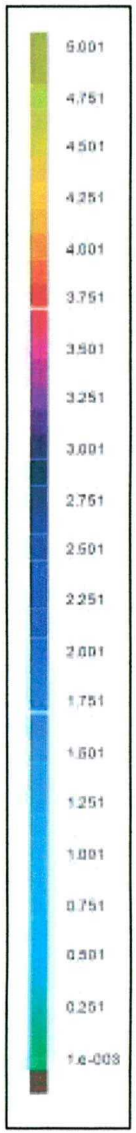
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

ALTURA DE OLEAJE Hs
(m)

Oleajes de Mar Profundo





Oleajes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección SO
Ho=4.90 m
Tp=18.00 s

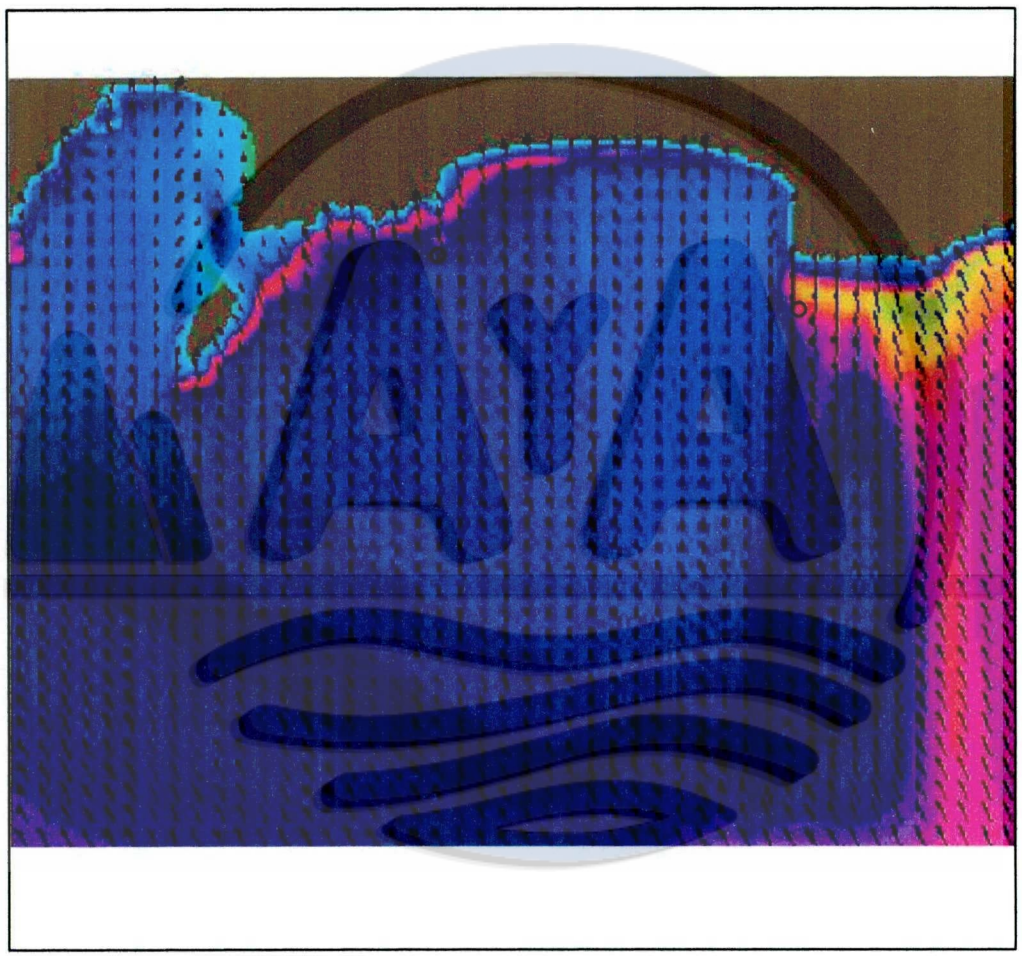
WATERMARK S.A

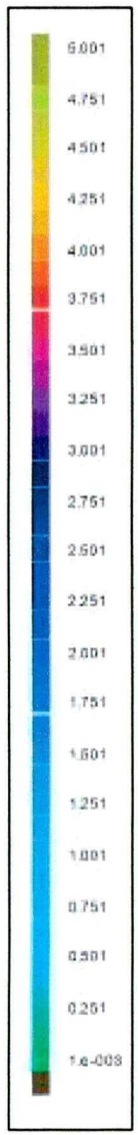
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

0 250 1250 2500
ESCALA

Oleajes de Mar Profundo

ALTURA DE OLEAJE Hs (m)



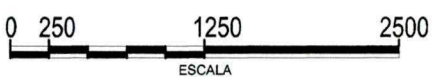


Oleajes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=5.04 m
Tp=18.00 s



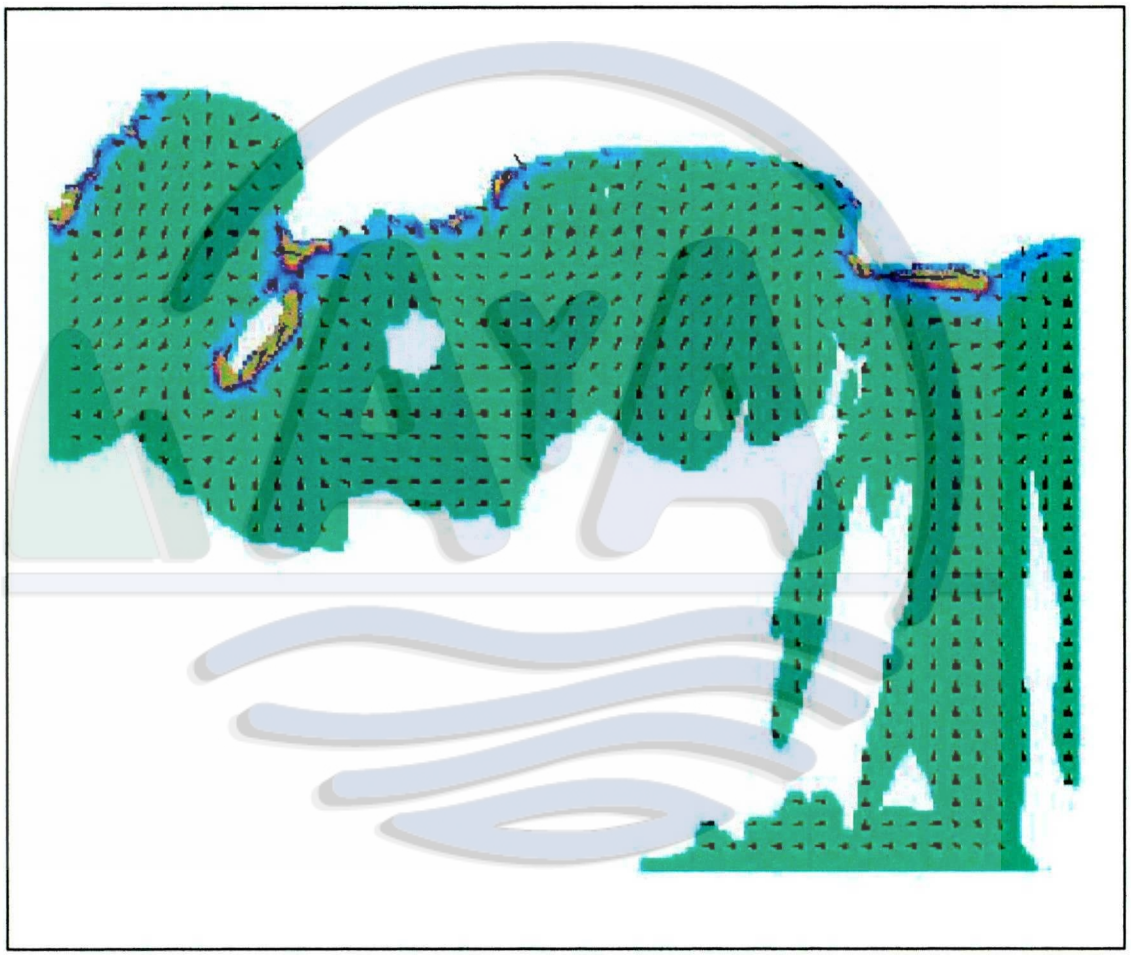
WATERMARK S.A

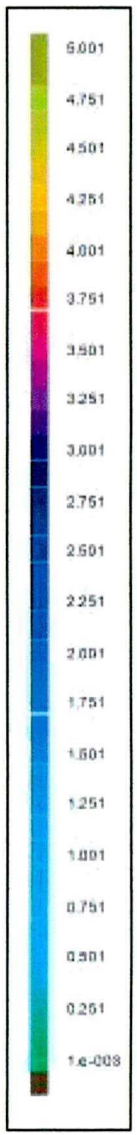
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

ANEXO E.2: Modelación de corrientes por oleaje

Corrientes de Arrastre de Litoral

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

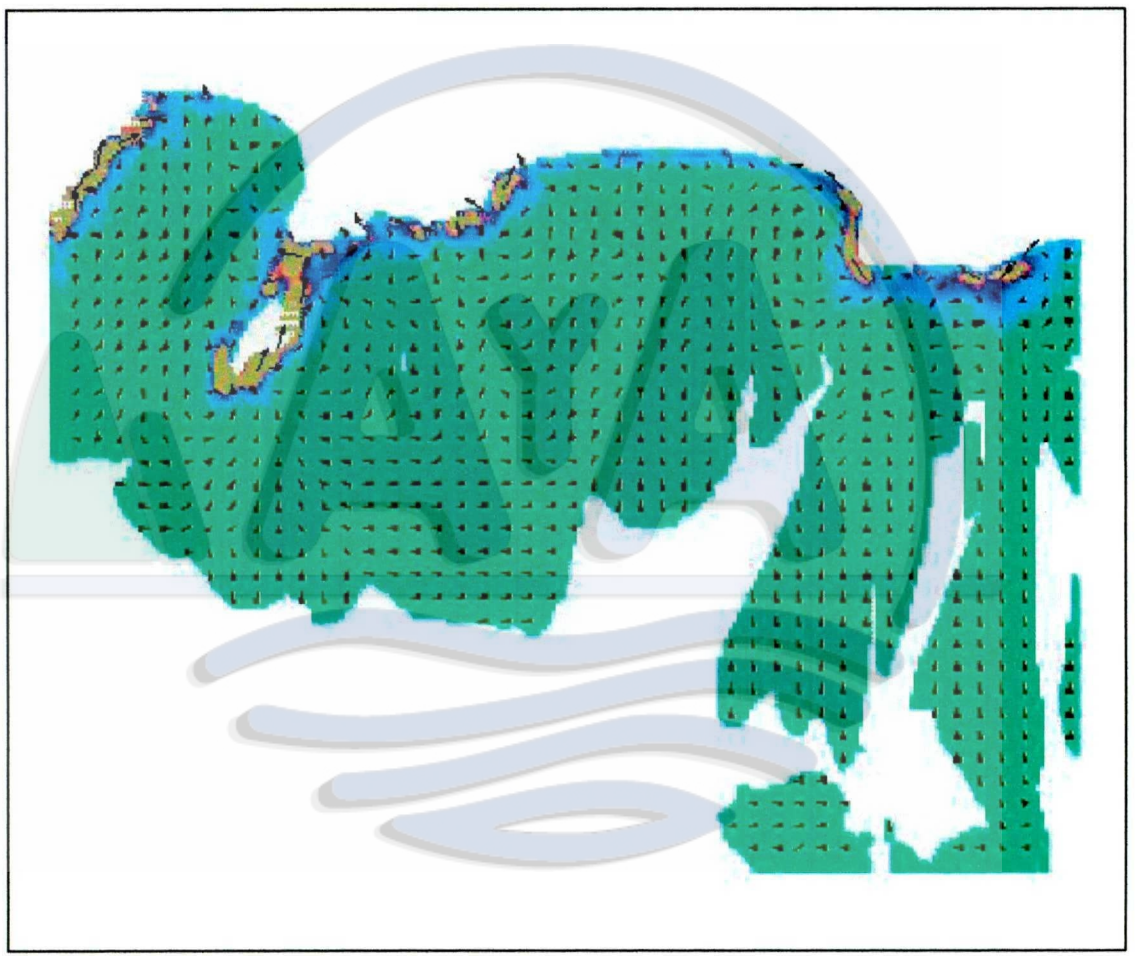
Dirección S
Ho=1.91 m
Tp=17.00 s

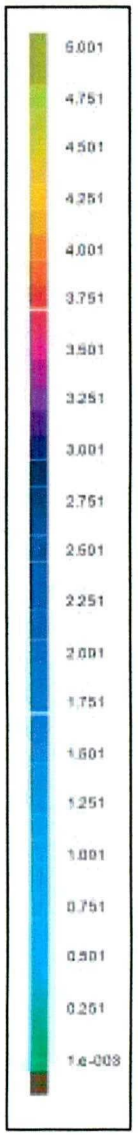


WATERMARK S.A
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

Dirección SO
Ho=3.25 m
Tp=17.00 s

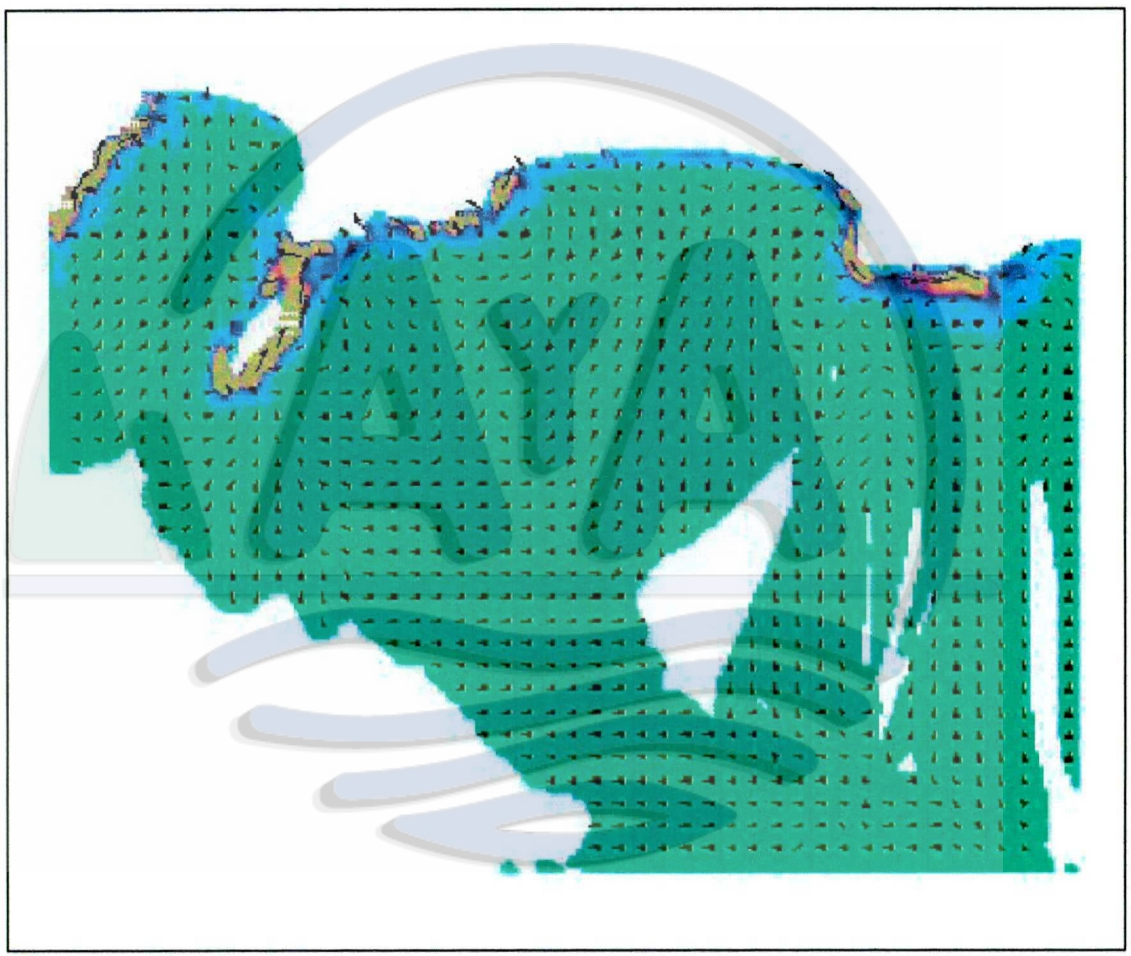
WATERMARK S.A

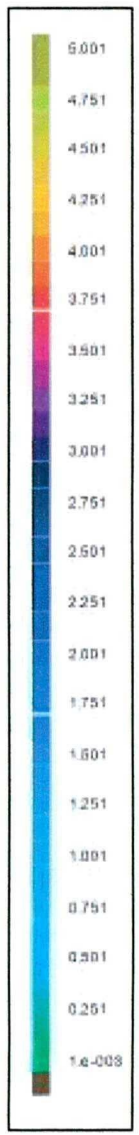
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

0 250 1250 2500
ESCALA

Corrientes de Arrastre de Litoral

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10



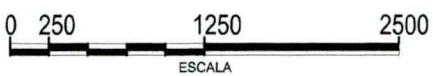


Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
1 Año

Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=3.58 m
Tp=17.00 s

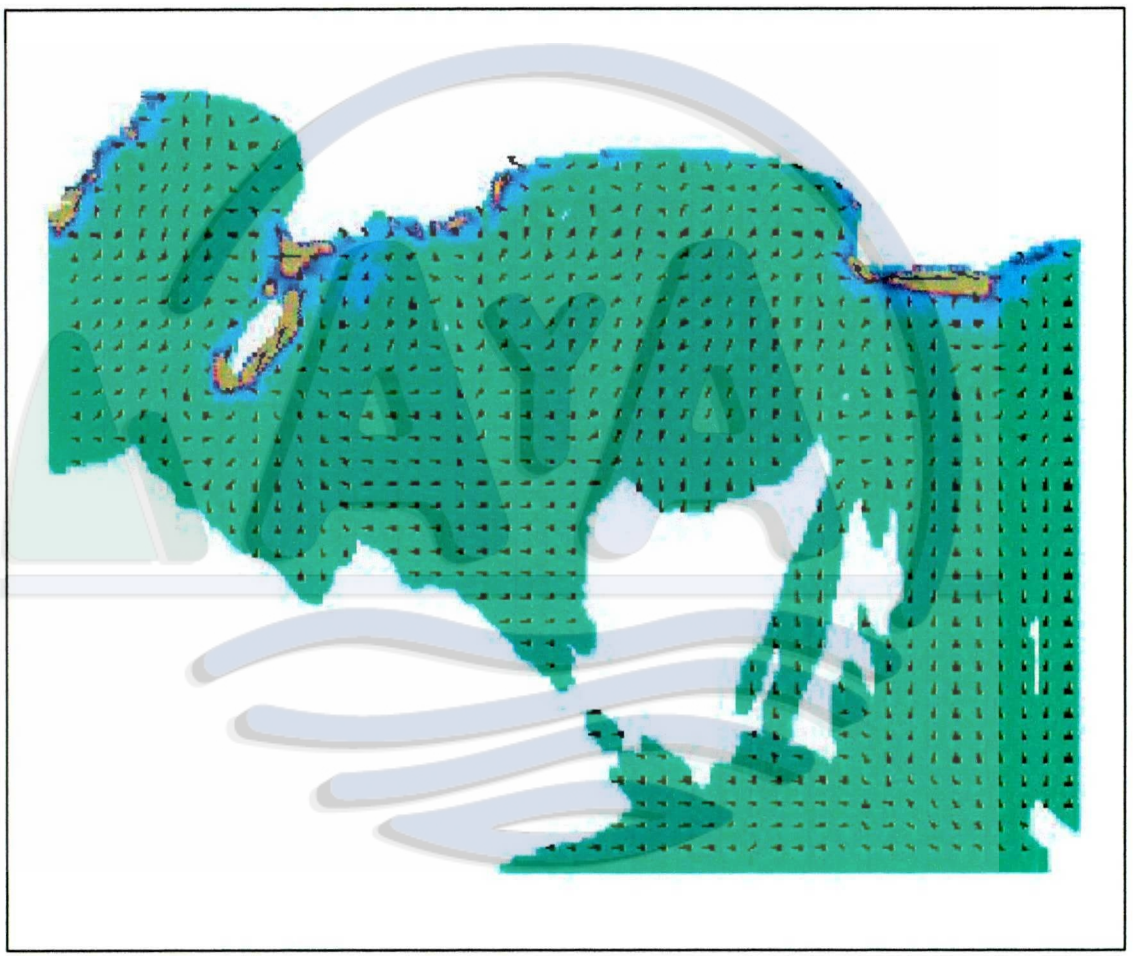


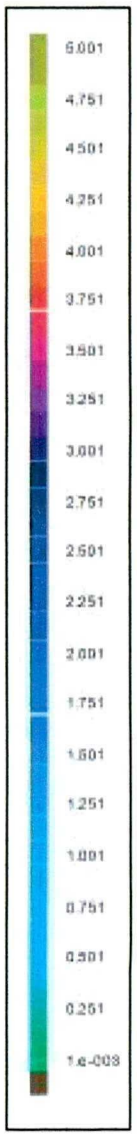
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
10 Años

Malla 50x50

Dirección S
Ho=3.33 m
Tp=17.00 s

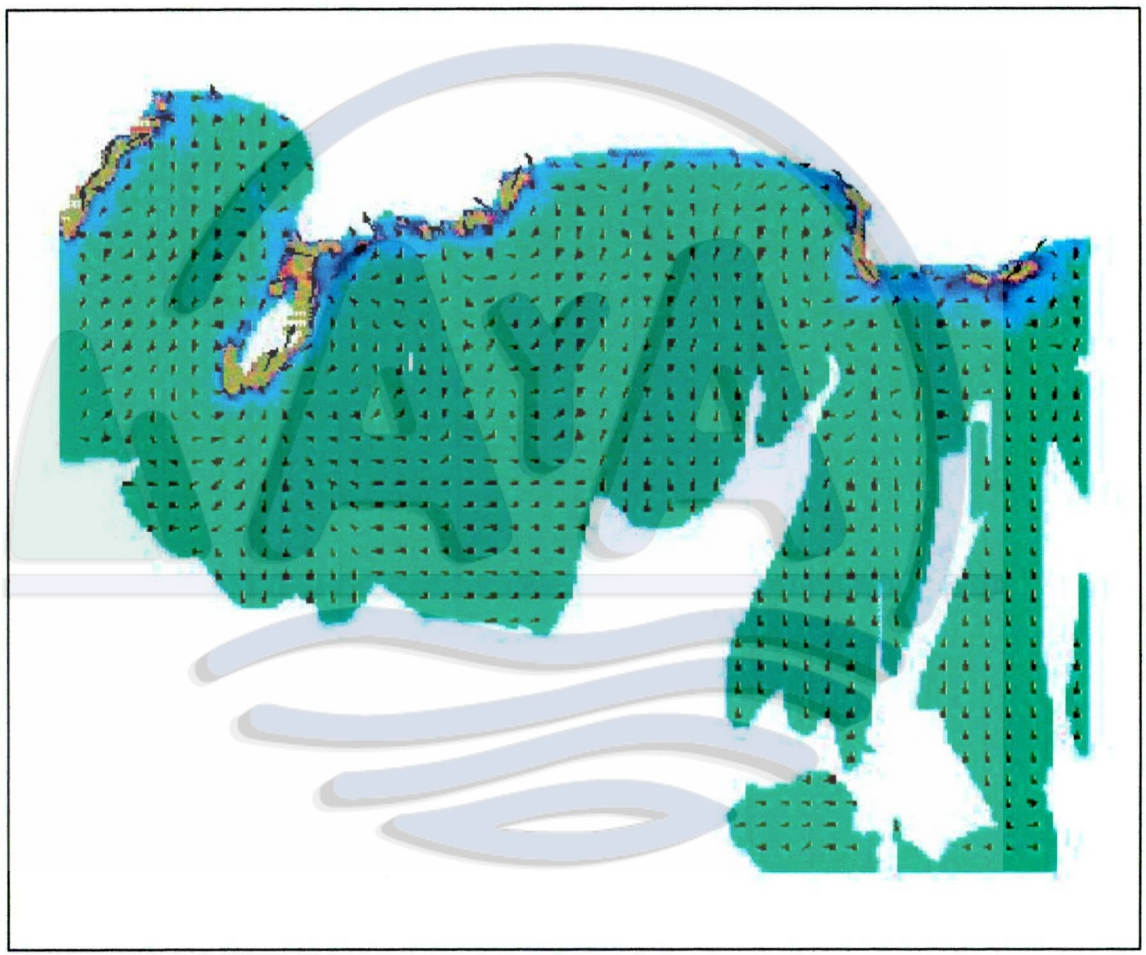
WATERMARK S.A

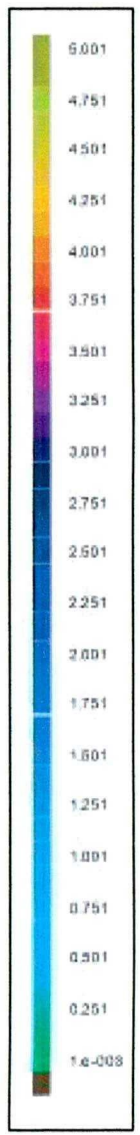
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

0 250 1250 2500
ESCALA

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
10 Años

Malla 50x50

Dirección SO
Ho=4.22 m
Tp=17.00 s

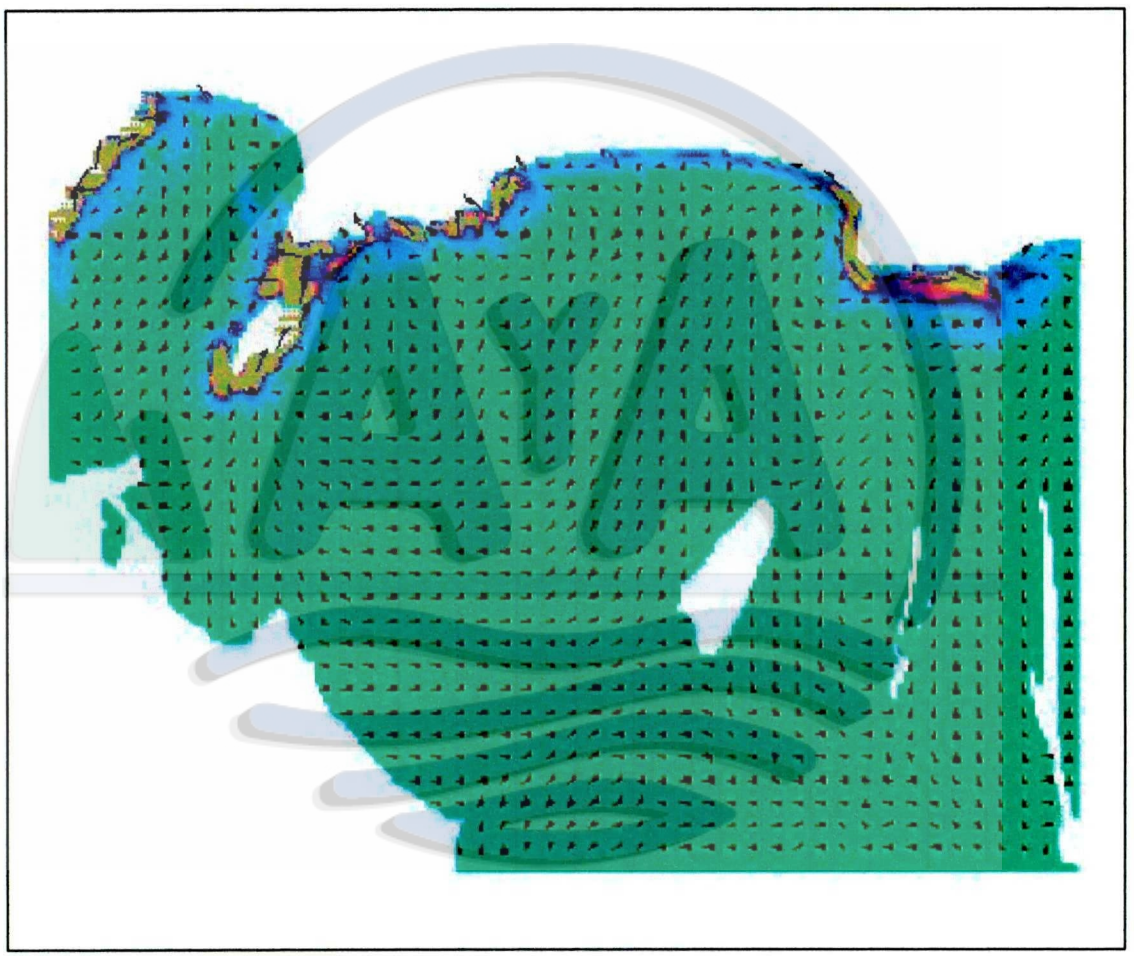


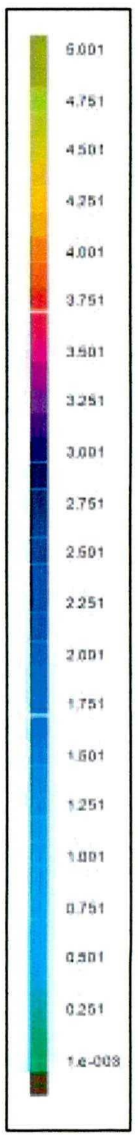
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Corrientes de Arrastre de Litoral

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10



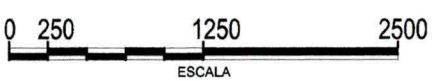


Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
10 Años

Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=4.49 m
Tp=17.00 s

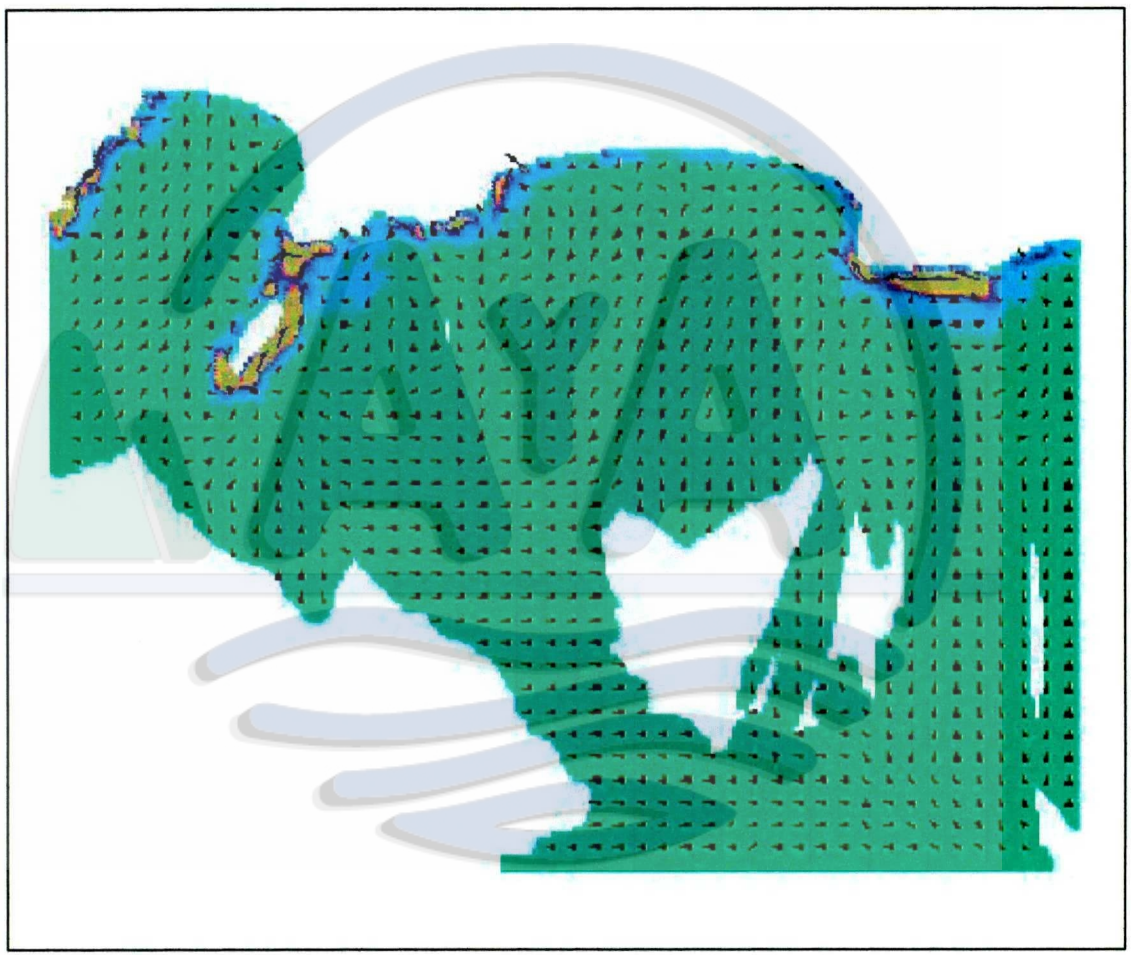


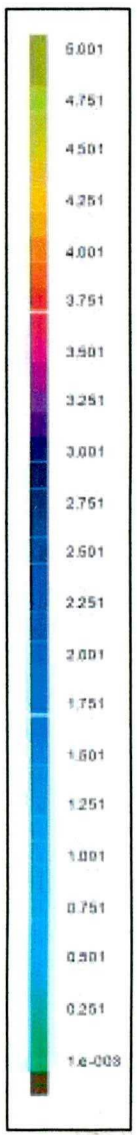
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección S
Ho=4.27 m
Tp=18.00 s

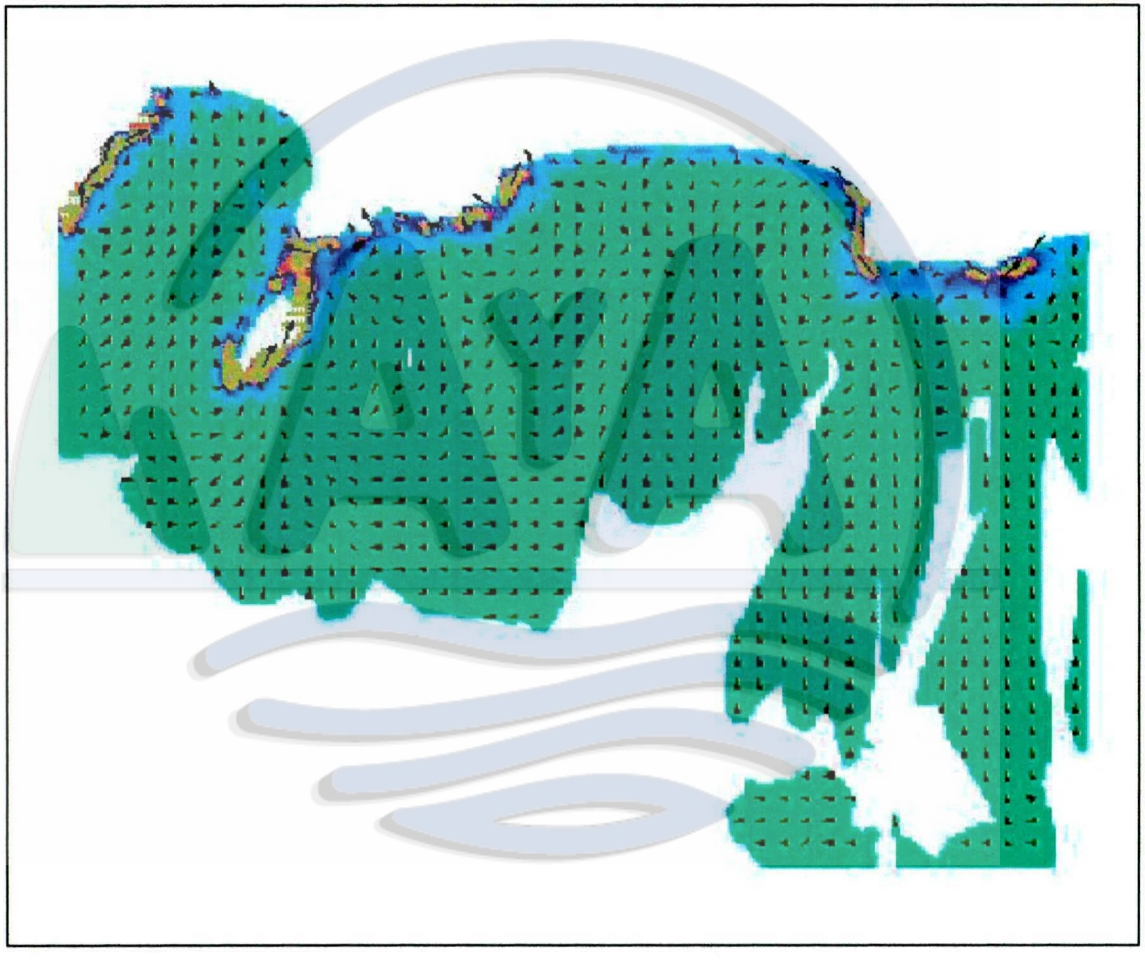


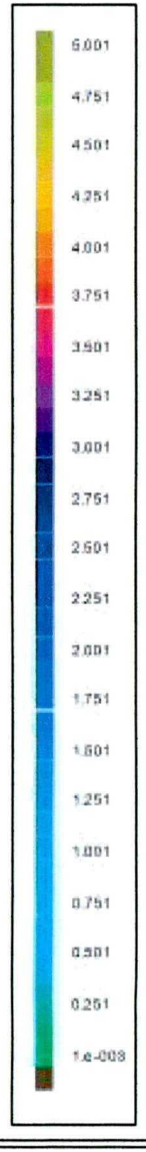
WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección SO
Ho=4.90 m
Tp=18.00 s

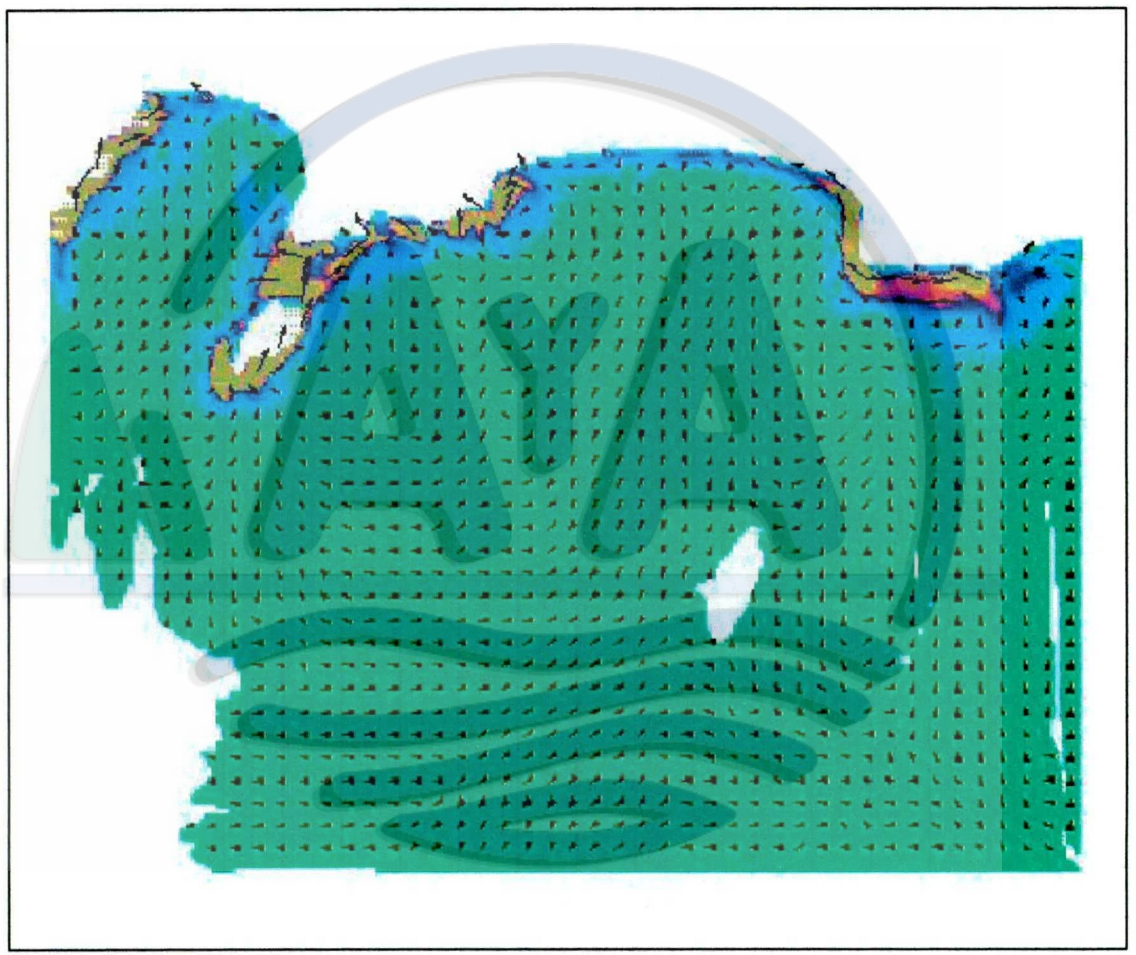
WATERMARK S.A

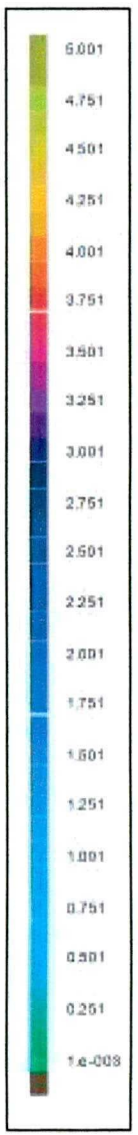
Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

0 250 1250 2500
ESCALA

Velocidad de Corriente
U (m/s) x 10

Corrientes de Arrastre de Litoral





Corrientes Jaco

Periodo de Retorno
50 Años

Malla 50x50

Dirección SSO
Ho=5.04 m
Tp=18.00 s

WATERMARK S.A

Céd: 3-101-313498
Tel: 220-1198 / Fax: 290-6885
www.awaingenieria.com

0 250 1250 2500
ESCALA

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
CENTRO DE DOCUMENTACION

ANEXO F.1: Recopilación de Leyes y Normativas vigentes para el Proyecto (entregado en forma digital)