



Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción

Nombre del estudio en inglés: Development and implementation of a risk model and contingency estimation for the Panama Canal Expansion Program

Nombre del estudio en español: Desarrollo e implementación de un modelo de riesgos y cálculo de contingencias para el Programa de Ampliación del Canal de Panamá

Fecha del informe final: Marzo de 2006

Fecha de la traducción: 12 de mayo de 2006

Nombre del consultor: ACP / Expert Technical Committee

INFORME FINAL APÉNDICES

Apéndice 1 – Hitos del Análisis de Riesgos

Fecha	Hito	Desarrollado por	Resultados y Documentación
Enero 2004	Evaluación de las fortalezas y debilidades del marco legal de la ACP dentro del contexto del Programa de Ampliación del Canal	Sullivan & Cromwell LLP, firma de abogados líder mundial en asesoría legal. Abogados consultores Sergio Galvis y Frederic Rich.	Entre las múltiples recomendaciones, Sullivan & Cromwell identificó un número de riesgos y las posibles medidas para mitigarlos. <i>Informe: Investigación y Análisis Legal dentro del Ámbito Internacional, Enero 2004</i>
Octubre 2004 – Mayo 2005	La ACP contrata a Aon Risk Services, expertos en administración de riesgos, para evaluar los riesgos del programa de ampliación del Canal	El equipo de Aon, líder en el mercado de soluciones para la administración de riesgos, presente en 120 países. Consultores: Paul Bitner, Lisa Kremer, Corey Gooch, Danielle Jones, Christopher Bohn, Joe Rizzo.	Lista preliminar y mapa de riesgos, y desarrollo del modelo de riesgos. <i>Informe: Informe sobre la Evaluación de los Riesgos de la Ampliación del Canal, Mayo 2005</i>



Fecha	Hito	Desarrollado por	Resultados y Documentación
Agosto 2005	Taller de Administración de Valor	Expertos de los Estados Unidos, Suecia, Alemania, Bélgica, Venezuela, Colombia, Francia, Inglaterra, Australia y Panamá (vea la lista de participantes que aparece a continuación).	Se identificaron más de 300 de los riesgos del proyecto bajo las categorías de Administración, Mano de Obra, Operaciones, Diseño, Condiciones del Sitio, Finanzas, Política y Construcción. <i>Informe: Informe Preliminar sobre los Riesgos del Programa de Ampliación, Septiembre 2005</i>
Septiembre 2005	Revisión del Modelo Financiero y el Modelo de Riesgos	El Dr. Mauricio Jenkins, Director Académico del Programa Ejecutivo y Profesor en el INCAE.	Informe de Hallazgos, Octubre 2005. Se recomendaron varios cambios al modelo de riesgos. <i>Informe: Informe de Mauricio Jenkins, PhD-Consultor, Octubre 2005</i>
Septiembre 2005	Revisión del Estimado y el Cronograma de Costos	Renombrados expertos en riesgos de proyectos de construcción: Dr. David Ashley (Vice Presidente Ejecutivo y Administrador, Universidad de California), Dr. Keith Molenaar (Profesor Asistente, Universidad de Colorado) y Dr. Clifford Schexnayder (<i>Eminent Scholar Emeritus</i> , Universidad Estatal de Arizona).	Se concluyó que la contingencia del estimado de costos no se fundamentada en un análisis de riesgos y se inició un esfuerzo para integrar el estimado de costos y el modelo de riesgos. <i>Informe: Revisión del Estimado y el Cronograma de Costos para el Tercer Juego de Esclusas del Canal de Panamá, Oct. 2005</i>
Octubre 2005	Se contrataron consultores para que brindaran asesoría sobre el desarrollo de un análisis de riesgos basado en contingencias.	Renombrados expertos en riesgos de proyectos de construcción: Dr. David Ashley (Vice Presidente Ejecutivo y Administrador, Universidad de California), Dr. Keith Molenaar (Profesor Asistente, Universidad de Colorado) y Dr. Luis Alarcón (profesor, Pontificia Católica de Chile).	Se desarrollaron términos de referencia para servicios de asesoría para la estimación de contingencias, y mitigación y administración de riesgos. <i>Informe: Apoyo en el Desarrollo de un Plan de Administración de Riesgos para el Proyecto del Tercer Juego de Esclusas, Octubre 2005</i>
Octubre 2005	Taller de Riesgos del Programa de Ampliación	Un equipo de la ACP (especialistas y miembros de la alta gerencia)	Se consolidó una lista de 184 riesgos. Cada riesgo fue evaluado en términos de probabilidad e impacto, y se identificaron medidas preliminares de mitigación. <i>Informe: Resultados del Taller de Administración de Riesgos, Noviembre 2005</i>



Fecha	Hito	Desarrollado por	Resultados y Documentación
Octubre-Noviembre 2005	Sesiones de trabajo para desarrollar la contingencia del proyecto con base en el análisis de los riesgos y la integración del modelo de riesgos y el estimado de costos	Renombrados expertos en riesgos de proyectos de construcción: Dr. David Ashley (Vice Presidente Ejecutivo y Administrador, Universidad de California), Dr. Keith Molenaar (Profesor Asistente, Universidad de Colorado) y Dr. Luis Alarcón (profesor, Pontificia Católica de Chile). El equipo de la ACP estaba compuesto de personal de FM, IP y ODP.	Se redujo la lista de 184 riesgos a 14 mediante el uso de los resultados cuantitativos del taller de riesgos del programa. Se integró el modelo de riesgos con el estimado de costos. Se logró determinar la contingencia con base en el análisis de riesgos. Se estimó el costo total de la inversión. <i>Informe: Sinopsis de los Logros del Modelo de Riesgos, Noviembre 2005</i>
Noviembre 2005	Taller de Revisión de Parámetros	Personal de ODP, PAC, IP, IP, SI, ES, y FM	Se validaron los parámetros del modelo de riesgos. Se desarrolló un documento que describe la metodología del modelo y sus parámetros. <i>Informe: Modelo de Riesgos y Estimación de la Contingencia, Diciembre, 2005</i>
Diciembre 2005 – Enero 2006	Seguimiento del desarrollo del modelo de riesgos / contingencias	Renombrados expertos en riesgos de proyectos de construcción: Dr. David Ashley (Vice Presidente Ejecutivo y Administrador, Universidad de California), Dr. Keith Molenaar (Profesor Asistente, Universidad de Colorado) y Dr. Luis Alarcón (profesor, Pontificia Católica de Chile).	Se revisaron la metodología del modelo y los parámetros de riesgos. Se recomendó un número de mejoras. Primer análisis del desarrollo de un Registro de Riesgos. <i>Informe: Resumen de la visita a la ACP, Diciembre 2005</i>
Febrero 2006	El modelo de riesgos está listo para comenzar a ser utilizado	Renombrados expertos en riesgos de proyectos de construcción: Dr. David Ashley (Vice Presidente Ejecutivo y Administrador, Universidad de California), Dr. Keith Molenaar (Profesor Asistente, Universidad de Colorado) y Dr. Luis Alarcón (profesor, Pontificia Católica de Chile).	Revisión final del modelo de riesgos y presentación del mismo a la ACP. Recomendaciones adicionales para el Proceso de Administración de las Medidas de Mitigación. <i>Informe: Informe Final, Febrero 2006</i>



Participantes del Taller

Taller de Administración de Valor

	Nombre	Organización / Título
1	Jorge L Quijano	Autoridad del Canal de Panamá
2	Agustin A Arias	Autoridad del Canal de Panamá
3	Jorge de la Guardia	Autoridad del Canal de Panamá
4	Ilya de Marotta	Autoridad del Canal de Panamá
5	Albert Joyce	Autoridad del Canal de Panamá
6	Cheryl George	Autoridad del Canal de Panamá
7	Adriano Espino	Autoridad del Canal de Panamá
8	Boris Moreno	Autoridad del Canal de Panamá
9	Angie S. de Hanily	Autoridad del Canal de Panamá
10	Juan Wong	Autoridad del Canal de Panamá
11	Rogelio Gordon	Autoridad del Canal de Panamá
12	Efrain Isaza	Autoridad del Canal de Panamá
13	Luis Alfaro	Autoridad del Canal de Panamá
14	Cesar Kiamco	Autoridad del Canal de Panamá
15	Enrique Sanchez	Autoridad del Canal de Panamá
16	Bernhard Kemnitz	Bundesaustalt fur Wasserbau
17	Rick Schultz	US Army Corps of Engineers
18	Jens Korsgaard	Han Padron
19	Bengt Forsberg	Administrador de Construcción jubilado - Skanska
20	Jose De Regge	Consorcio Post-Panamax
21	Laurie Mahon	Parsons Brinckerhoff International, Inc
22	Dr Gabriel Fernandez	Montgomery Watson Harza
23	Eberhard Grimm	Bundesaustalt fur Wasserbau
24	Jean Louis Mathurin	Consorcio Post-Panamax
25	John Roberts	Parsons Brinckerhoff International, Inc; USA
26	Larry Dalton	US Army Corps of Engineers
27	William Caitlin	Administrador de Construcción jubilado – Washington Group
28	Rik Thomas	Consorcio Post-Panamax
29	Reece Shaw	Parsons Brinckerhoff International, inc; Panama
30	David Williams	Parsons Brinckerhoff International inc; USA
31	Sebastien Roux	Consorcio Post-Panamax
32	George Currie	Parsons Brinckerhoff International, inc; Malaysia
33	Corina Briceno	Parsons Brinckerhoff International, inc; Panama
	Equipo Facilitador	
34	Dr. David Stevens	Social Enterprise Consulting
35	Caroline Shindlair	Social Enterprise Consulting



Taller de Riesgos del Programa de Ampliación

	Nombre	Área de la ACP
1	Manuel Benítez	DA
2	Hortencia Broce	ESM
3	Daniel Muschett	ESM
4	Efraín Isaza	FMC
5	Enrique Sánchez	FMC
6	Carmen Pagés	FMP
7	Ana Reyes	FMP
8	Walter Luschinger	FMPC
9	Ricardo Ungo	FMPD
10	José Arias	FMPD
11	José Salinas	FMXR
12	Liliana Arias	FMXR
13	Patricia Alvarado	FMXR
14	Ana María Chiquilani	HR
15	Boris Moreno	HR
16	Augustín A. Arias	IP
17	Cheryl George	IPCE
18	Rigoberto Delgado	IPCE
19	Juan Wong	IPCE
20	César Kiamco	IPCE
21	Rogelio Pinilla	IPCG
22	José Pascal	IPCH
23	Yolanda Chin	IPCN
24	Luis Santanach	IPDO
25	Ramiro Parada	IPIC
26	Rogelio Gordon	IPIM
27	Yasmin Small	IPIS
28	Max Newman	MRRT
29	Arcelio Hartley	MRT
30	Peter Langman	MRTC
31	Chet Lavalas	M RTP
32	Jorge de la Guardia	ODP
33	Ilya de Marotta	ODP
34	Albert Joyce	ODP
35	Angie de Hanily	ODP
36	Raúl Brostella	PAC
37	Corina Briceño	PB
38	Reece Shaw	PB
39	Valentyne Lynch	PMMP
40	Onésimo Sánchez	PMXI



Taller de Revisión de Parámetros

	Nombre	Área de la ACP
1	Hortencia Broce	ESM
2	Héctor Cotes	FMBC
3	Efraín Isaza	FMC
4	Ricardo Ungo	FMPD
5	Patricia Alvarado	FMXR
6	Augustín Arias	IP
7	Cheryl George	IPCE
8	Rigoberto Delgado	IPCE
9	Rogelio Pinilla	IPCG
10	Yolanda Chin	IPCN
11	Larry Mirones	IPDI
12	Luis Santanach	IPDO
13	Raúl Figueroa	IPDO
14	Ramiro Parada	IPIC
15	Luis Paniza	IPIO
16	Yasmin Small	IPIS
17	Angie de Hanily	ODP
18	Jorge de la Guardia	ODP
19	Ilya de Marotta	ODP
20	Francisco Miguez	PAC
21	Sergio Burke	SIIE

Información Adicional sobre los Consultores

Sullivan & Cromwell

Sullivan & Cromwell LLP provee asesoría y representación legal de la más alta calidad a sus clientes a nivel mundial. Hoy por hoy, S&C es líder en cada uno de los principales campos en los que se desarrolla, tales como el ámbito de lo legal, financiero y de gobierno corporativo, todos sus mercados geográficos. S&C comprende aproximadamente 600 abogados, que sirven a sus clientes en diferentes partes del mundo a través de una red de 12 oficinas ubicadas en importantes centros financieros en Asia, Australia, Europa y los Estados Unidos, cuyas oficinas principales se encuentran en Nueva York.

Aon Risk Services

Con oficinas principales en Chicago, Aon Corporation es líder en servicios de administración de riesgos, corretaje de seguros y reaseguros, capital humano y consultoría administrativa, y suscripción de seguros especializados. Aon posee una base laboral de 47,000 personas que trabajan en 500 oficinas en más de 120 países alrededor del mundo y tiene sus oficinas principales en Chicago.

David Ashley

Doctor en Ingeniería Civil, con énfasis en Ingeniería y Administración de Construcciones, Universidad de Stanford, 1977.

David B. Ashley es el Vice Presidente Ejecutivo y Superintendente de la Universidad de California, en la ciudad de Merced. Además, es Catedrático Shaffer-George de Ingeniería en la Universidad de California, en la ciudad de Merced.



Su trabajo se enfoca en realizar análisis de riesgos para administración de proyectos y toma de decisiones de ingeniería para proyectos. Ha trabajado en el desarrollo de estrategias de mitigación de fuentes potenciales de sobrecostos.

Luis Alarcón

Doctor y Máster (M.S.) (1991) en Administración de Proyectos y Máster (M.Eng.) en Ingeniería Civil (1984) de la Universidad de California, ciudad de Berkeley. Profesor del Departamento de Ingeniería y Administración de Construcciones en la Universidad Pontificia Católica, Chile.

Keith Molenaar

Doctor en Ingeniería Civil con énfasis en Administración e Ingeniería de Construcciones de la Universidad de Colorado, en la ciudad de Boulder.

Enfoque de la Investigación: Métodos Alternativos para la Terminación de Proyectos para Infraestructura y el Ambiente de la Construcción (Diseño-Construcción), Análisis de Riesgos en Costos y Cronogramas de Construcción.

Corina Briceño

Ingeniera Civil de la Universidad de New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, Canadá. Posee vasta experiencia en estimación de costos de proyectos de construcción de alta envergadura con énfasis en túneles, grandes estructuras subterráneas, represas y plantas hidroeléctricas, líneas de transmisión, plantas de tratamiento de agua, autopistas, rieles, etc.

Mauricio Jenkins

Doctor en Economía y Finanzas Internacionales de Brandeis University. Máster en Economía y Finanzas Internacionales de Brandeis University. Máster en Administración de Negocios – con honores – del INCAE, Costa Rica. El Dr. Jenkins ha trabajado como consultor para el *Harvard Institute for International Development (HIID)*, el gobierno de Costa Rica, y empresas relevantes en la región latinoamericana. Sus actividades de consultoría se enfocan en valuación de empresas, valuación de proyectos de inversión y estrategia financiera.



Apéndice 2 – Resultados del Taller de Riesgos del Programa de Ampliación

Resultados del taller

El 26 de octubre del 2005 se llevó a cabo un taller de evaluación de riesgos. En este taller participaron unas 40 personas de diversas áreas de la ACP, contando con la presencia del Subadministrador y varios Directores de Departamento. El propósito de esta sesión era introducir a los participantes a conocimientos generales de riesgos, validar el impacto de los riesgos identificados y determinar medidas preliminares de mitigación de riesgos.

Durante el taller se evaluaron 184 riesgos en términos de probabilidad de ocurrencia e impactos en costo y tiempo. Adicionalmente se identificaron medidas de mitigación preliminares para cada uno de los riesgos. Los resultados del taller fueron discutidos por todos los participantes en una sesión plenaria donde se hicieron ajustes y se llegó a un consenso. A continuación los resultados generales del taller:

#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
1	Administración: Administración de Proyectos	Carencia de capacidad para ejecutar	80	Establecer un sistema de control y monitoreo (project management control)
2	Político: Política interna	Falta de experiencia	72	Capacitar al personal interno y/o contratar personal externo
3	Administración: Controles	Falta de controles	54	Implementar una reorganización
4	Administración: Planificación	Inexperiencia en planificación	54	Definir y alinear recursos
5	Administración: Planificación	Estructura organizacional inadecuada	54	Asegurar que la información sea adecuada y definir líneas de autoridad
6	Administración: Planificación	Recursos no alineados con las necesidades del proyecto	54	Asignar los recursos requeridos con un plan de acción y seguimiento
7	Administración: Planificación	Proceso de toma de decisiones deficiente	54	Entrenamiento y capacitación:
8	Administración: Contrataciones	Método de contratación inadecuado (DBB, DB)	54	Asesorarse para determinar el tipo de contrato adecuado
9	Administración: Administración de Proyectos	Falta de autoridad	50	Asignar responsabilidades
10	Finanzas: Inflación	Incremento en el costo del proyecto por razón inflacionaria	50	Crear reserva / contingencia
11	Administración: Controles	Falta de asignación de responsabilidades	40	Asignar responsabilidades
12	Administración: Controles	Archivos incompletos/inadecuados	40	Establecer un sistema de control y monitoreo (project management control)
13	Administración: Contrataciones	Carencia de responsabilidad asignada a los miembros de la ACP	40	Asignar responsabilidades
14	Administración: Administración de Proyectos	Comunicación inadecuada (a lo interno de ACP, contratistas, etc.)	40	Establecer estrategias de comunicación con protocolos adecuados
15	Político: Referéndum	Tardanza en el Referéndum	40	Apoyar a la Administración con la identificación del costo y la información
16	Político: Política interna	Líneas de autoridad no definidas	40	Cambio en la estructura organizacional
17	Político: Público panameño	Oposición pública organizada	40	Estrategia de comunicación, identificar la urgencia
18	Administración: Contrataciones	Definición inadecuada del alcance del proyecto/tarea	36	Definir el proyecto
19	Mano de obra: Productividad	Malas condiciones atmosféricas	36	Transferir al contratista
20	Diseño: Desempeño	Mala escogencia de diseñadores	36	Prequalificación exhaustiva
21	Finanzas: Presupuesto	Subestimación del presupuesto	36	Incluir contingencias adecuadas, revisar lo constantemente, monitoreo
22	Finanzas: Flujo de Caja	Sobrecostos	36	Establecer controles adecuados, mantenerse



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
				informado sobre cambios en el mercado, controles en la ejecución del proyecto, cláusulas contractuales en el contrato (fixed), identificar contingencia
23	Construcción: Programa y retrasos	Retrasos en las compras	36	Establecimiento de un programa detallado de compras, suplidores alternativos
24	Construcción: Calidad	Materiales de baja calidad	36	Especificaciones detalladas y claras, control de calidad, fianzas de cumplimiento
25	Administración: Controles	Falta de interacción con el contratista	32	Establecer canales de comunicación claros y protocolo
26	Administración: Administración de Proyectos	Coordinación inadecuada con los contratistas	32	Establecer canales de comunicación claros y protocolo
27	Administración: Contrataciones	Proceso de compras/contratación ineficiente	30	Agilizar el proceso de contratación
28	Diseño: Materiales	Costo alto de materiales especificados	30	Al contratista
29	Condiciones de Sitio: Clima	Lluvia	30	(El contratista puede tomar acciones para no impactar su productividad)
30	Finanzas: Cambio Monetario	Impacto de cambio monetario en los ingresos del contratista	30	Se establece por contrato
31	Político: ONGs	Alto en el financiamiento	30	Transparencia en la divulgación
32	Político: ONGs	Oposición organizada de las ONGs	30	Transparencia en la divulgación
33	Construcción: Costos	Incremento en cantidades requeridas	30	Investigación de campo, pruebas geosísmicas
34	Administración: Administración de Proyectos	Administración de reclamos inadecuada	28	Establecer un sistema de control y monitoreo (project management control)
35	Finanzas: Flujo de Caja	Insuficiencia en ingresos	28	Mantener la confiabilidad, ajustar los peajes, mantener reservas adecuadas
36	Administración: Ambiente	No completar a tiempo los estudios ambientales	24	Mejor planificación, definición del proyecto y realizar un estudio oportunamente
37	Administración: Ambiente	Retraso en la aprobación del estudio de impacto ambiental	24	Darle prioridad y asignar recursos con mejor planificación
38	Administración: Ambiente	Planificación insuficiente para el proceso ambiental	24	Una mejor y adecuada planificación
39	Mano de Obra: Disponibilidad	Falta de mano de obra local	24	Plan nacional de capacitación
40	Mano de Obra: Disponibilidad	Falta de habilidades requeridas	24	Plan nacional de capacitación
41	Mano de obra: Relaciones laborales	Huelga	24	Exigir al contratista que ofrezca buenas condiciones laborales y de seguridad (continuo)
42	Mano de obra: Habilidades	Falta de programas de capacitación	24	Plan nacional de capacitación
43	Diseño: Criterios	Cambios en los criterios durante el diseño	24	Consultas y participación permanente del usuario
44	Condiciones de Sitio: Sísmico	Definición incorrecta de estándares	24	Realizar más estudios y hacer una revisión por expertos, consultoría
45	Condiciones de Sitio: Sísmico	Data de campo incompleta	24	Hacer más investigaciones, recomendaciones del Consejo Geotécnico
46	Político: Público panameño	Falta de mano de obra local especializada	24	Capacitar y contratar mano de obra especializada
47	Construcción: Costos	Incremento en el costo de insumos, equipo, servicios y mano de obra	24	Establecer acuerdos de precio fijo
48	Administración: Administración de Proyectos	Falta de cantidad y calidad de recursos de administración de proyectos	20	Asignar los recursos requeridos con un plan de acción y seguimiento
49	Operaciones: Navegación	Pérdida de Lago Gatún	20	Mantenimiento y mejoras. Vigilancia y seguridad.
50	Operaciones: Agua	Desborde de la represa (subestimación de la afluencia de agua, selección inadecuada del	20	Revisión de expertos en diseño independientes



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
		tipo de represa)		
51	Diseño: Programa	Cronograma de diseño inflexible para ajustarse a cambios en la construcción	20	Con una buena investigación, diseño y consulta con expertos
52	Condiciones de Sitio: Geotécnica	Falta de información correcta	20	Hacer más investigaciones
53	Condiciones de Sitio: Geotécnica	Condiciones no previstas	20	Transferir en los términos del contrato, permitir que el contratista haga más investigaciones
54	Condiciones de Sitio: Clima	Calor	20	
55	Político: Referéndum	Referéndum negativo	20	Estrategia de comunicación
56	Político: Política interna	Cambios en la alta dirección	20	Reemplazo
57	Político: Internacional	Oposición pública organizada	20	Estrategia de comunicación, identificar la urgencia
58	Construcción: Programa y retrasos	Imposiciones externas al programa	20	Establecer acuerdos bilaterales, trilaterales tanto a nivel local como internacional
59	Construcción: Programa y retrasos	Falta de coordinación (ACP, contratistas, subcontratistas)	20	Un buen Administrador de Programas, control del programa estricto
60	Construcción: Costos	Cambio o crecimiento significativo del alcance del proyecto	20	Definición del alcance
61	Construcción: Costos	Terrorismo, eventos inesperados	20	Coberturas específicas
62	Administración: Contrataciones	Carencia de licitaciones o pocas licitaciones	18	Precalificación con requisitos mínimos y divulgación del proyecto
63	Finanzas: Cambio Monetario	Incremento en el precio de materiales	18	Elaborar manejo de aumento en el contrato, manejo de índices.
64	Finanzas: Inflación	Impacto de la inflación en el financiamiento	18	Negociación de buenos términos en los préstamos, programación adecuada de las necesidades
65	Construcción: Calidad	Especificaciones pobres	18	Un buen Administrador de Programas, equipo de supervisión multidisciplinario
66	Construcción: Calidad	Incumplimiento de planes y especificaciones	18	Precalificación adecuada
67	Administración: Administración de Proyectos	Exceso de subcontratistas	16	Transferir al contratista
68	Administración: Ambiente	Manejo inadecuado de organizaciones ambientales (ONGs)	16	Establecer una estrategia de coordinación y manejo de grupos interesados. Mejorar la comunicación
69	Mano de Obra: Disponibilidad	Alta rotación del personal	16	Exigir al contratista que ofrezca buenas condiciones laborales y de seguridad (continuo)
70	Mano de obra: Relaciones laborales	Competencia entre contratistas ("robo" de personal especializado)	16	Incluir en la contratación la prohibición de contratar a empleados de otro contratista
71	Diseño: Programa	No cumplimiento con los hitos del diseño	16	Con planificación, recursos, y con seguimiento, buen sistema de administración de proyectos (consultor externo)
72	Finanzas: Presupuesto	Propuestas más altas que los estimados de costos	16	Una buena definición del proyecto, estimaciones independientes
73	Finanzas: Presupuesto	Problemas de diseño	16	Revisión por expertos
74	Finanzas: Financiamiento	Inhabilidad para cumplir con los requisitos de los prestamistas en materia ambiental	16	Guiarse por los principios de Ecuador, tener un plan de mitigación y de monitoreo ambiental adecuado, tener un plan de consulta
75	Construcción: Programa y retrasos	Eventos inesperados (clima, naturaleza, crisis)	16	Contratar coberturas específicas
76	Construcción: Programa y retrasos	Programa irrealista	16	Un buen Administrador de Programas, control estricto del programa
77	Construcción: Costos	Retrasos significativos en el programa	16	Coberturas específicas
78	Construcción: Materiales	Insuficiencia de materiales	16	Mercados alternativos



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
		(ejemplo: arena)		
79	Construcción: Equipo	Falta de disponibilidad de equipo	16	Equipos alternativos, trabajos manuales
80	Operaciones: Operaciones de nuevas esclusas	Asentamientos diferenciales de las nuevas estructuras	14	Revisión del diseño y control durante la construcción
81	Operaciones: Equipo	Redundancia insuficiente	14	Revisión de los criterios de diseño, del diseño y especificaciones de equipo
82	Condiciones de Sitio: Sísmico	Tsunami o terremotos	14	
83	Construcción: Programa y retrasos	Desempeño inadecuado del contratista	14	Pre-calificación adecuada, supervisión y seguimiento de las obras en construcción
84	Construcción: Costos	Reclamos mayores	14	Definir adecuadamente los contratos
85	Mano de obra: Relaciones laborales	Disminución del ritmo de trabajo	12	Exigir al contratista que ofrezca buenas condiciones laborales y de seguridad (continuo)
86	Operaciones: Equipo	Equipo sobre-diseñado o diseñado deficientemente	12	Revisión de los criterios de diseño, del diseño y especificaciones de equipo
87	Condiciones de Sitio: Arqueología	Falta de información	12	Estudios adicionales
88	Político: Política interna	Comunicación laboral interna	12	Estrategia de comunicación, posicionar la urgencia del proyecto
89	Político: Política interna	Inhabilidad para reestructurar la organización	12	Tomar la decisión de cambio
90	Construcción: Programa y retrasos	Huelgas	12	Medidas Contractuales/Penalización por incumplimiento, Seguros
91	Construcción: Costos	Accidentes	12	Seguridad Industrial/Salud Ocupacional
92	Construcción: Calidad	Control de calidad inefectivos	12	Establecer un programa adecuado de inspección, control
93	Construcción: Materiales	Insuficiencia a nivel global	12	Concentrarse en las áreas del proyecto en las cuales se pueda avanzar
94	Construcción: Materiales	Retrasos de entregas	12	Penalizaciones y cláusulas del contrato
95	Construcción: Equipo	Retrasos en la movilización del equipo	12	Planeación adecuada, administrador de proyectos
96	Condiciones de Sitio: Clima	Inundación	10	Requerir del contratista la instalación de bombas, el manejo apropiado de las crecidas, un plan de ejecución adecuado para la construcción de la presa del PMD y un diseño adecuado de los tapones y estructuras
97	Político: Público panameño	Falta de entendimiento público	10	Estrategia de comunicación, identificar la urgencia
98	Construcción: Materiales	Planificación de compras y administración de inventarios inadecuada	10	Planeamiento adecuado
99	Mano de obra: Habilidades	Contratación de personal inadecuada	8	Programa de adiestramiento para el personal potencial
100	Mano de obra: Costo	Diferencial en salarios (local vs. importado)	8	Transferir al contratista
101	Operaciones: Navegación	Unión de los prácticos	8	Nuevas contrataciones para Post-Panamax
102	Operaciones: Agua	Sequía	8	
103	Diseño: Desempeño	Especificaciones de desempeño incompatibles con el diseño de proyecto	8	Al diseñador
104	Condiciones de Sitio: Geotécnica	Roca no apropiada como agregado	8	Establecer en el contrato la libertad del contratista para decidir procesar el material disponible o utilizar material de otro sitio.
105	Finanzas: Financiamiento	Quiebra del contratista	8	Obtener fianza de cumplimiento
106	Político: Referéndum	Estrategia de comunicación deficiente	8	Implementar estrategia de comunicación
107	Construcción: Programa y retrasos	Retrasos causados por el dueño (ejemplo: equipo suministrado por el dueño)	8	Desarrollo de Planes de seguimiento del proyecto del Sistema de Aprobación de Vía Rápida
108	Construcción: Programa y	Daño a las compuertas durante	8	Coberturas específicas



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
		retrasos		su transporte
109	Construcción: Calidad	Coordinación inapropiada con el contratista	8	Mantener abiertos los canales de comunicación, reuniones periódicas de seguimiento
110	Construcción: Equipo	Daños irreparables	8	Reemplazo de equipo
111	Mano de obra: Habilidades	Falta de supervisión efectiva	6	Programa de adiestramiento para supervisores potenciales. Desarrollo del perfil deseado.
112	Operaciones: Navegación	Derrumbes (inestabilidad de la represa)	6	Programa de control de derrumbes. Diseño adecuado
113	Condiciones de Sitio: Sísmico	Criterio de diseño incompatible	6	Hacer más investigaciones, recomendaciones del consejo geotécnico
114	Condiciones de Sitio: Clima	Derrumbes	6	Estudio geotécnico, diseño adecuado, seguridad en el área, estabilización de las excavaciones
115	Condiciones de Sitio: Arqueología	Descubrimientos arqueológicos en sitio	6	Hacer rescate
116	Finanzas: Presupuesto	Alcance del proyecto incompleto	6	Revisión de expertos independientes, consultores independientes, otras unidades
117	Finanzas: Financiamiento	Inhabilidad en la obtención de un financiamiento aceptable	6	Buena calificación de riesgo, mejorar la eficiencia de rendimiento de la empresa
118	Finanzas: Demanda	Cambio en las condiciones de mercado	6	Utilizar el escenario pesimista de demanda (conservador)
119	Construcción: Ambiente	Contaminación de aire	6	Utilización de equipo de protección personal
120	Construcción: Ambiente	Contaminación por ruido y vibración	6	Utilización de equipo de protección personal
121	Construcción: Ambiente	Contaminación por polvo	6	Utilización de equipo de protección personal
122	Administración: Contrataciones	Corrupción	4	Promulgar normas de ética y establecer sistemas de control
123	Administración: Ambiente	Incumplimiento con los requisitos del programa de ambiente	4	Comunicar y asegurar cumplimiento (continuo)
124	Administración: Ambiente	Monitoreo inadecuado	4	Asegurar recursos para monitoreo adecuado (continuo)
125	Administración: Ambiente	No coordinación con ANAM	4	Coordinar efectivamente con ANAM (continuo)
126	Mano de Obra: Disponibilidad	Restricciones en mano de obra importada	4	Coordinar con el Gobierno mecanismos para facilitar la mano de obra requerida
127	Mano de obra: Seguridad	Falta de programas de seguridad	4	Transferir al contratista
128	Operaciones: Navegación	Accidentes de buques	4	Control en la navegación
129	Operaciones: Navegación	Desestabilización de pendientes existentes	4	Programa de control de derrumbes.
130	Operaciones: Navegación	Interferencia del contratista con las operaciones existentes	4	Coordinación y comunicación
131	Operaciones: Operaciones de esclusas existentes	Daños por vibración y explosión	4	Al contratista pero controlar
132	Operaciones: Operaciones de esclusas existentes	Equipo flotante del contratista interfiere con la operación	4	Coordinación y comunicación
133	Operaciones: Operaciones de nuevas esclusas	Subestimación en el tiempo de tránsito (Problemas inesperados con remolcadores; velocidad del sistema de llenado y vaciado; cálculo estimado de las compuertas, etc.)	4	Modelo a escala. Simulaciones. Análisis de pronóstico
134	Diseño: Desempeño	Incompatibilidad del tamaño de la esclusa con relación a la flota futura	4	Estudios de mercado, y visión
135	Diseño: Desempeño	Revisiones de constructibilidad insuficientes	4	Hacer revisiones
136	Diseño: Criterios	Falta de previsión	4	Consultas y participación permanente del usuario
137	Diseño: Criterios	Falta de optimización de criterios	4	Consultas y participación permanente del



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
				usuario
138	Diseño: Programa	Imposiciones externas que impactan la programación del diseño	4	Comunicación, diplomacia
139	Diseño: Programa	Programación irreal para el desarrollo del diseño	4	Al diseñador
140	Condiciones de Sitio: Geotécnica	Interpretación incorrecta de muestras geológicas	4	Revisión de expertos independientes, control de calidad
141	Condiciones de Sitio: Clima	Viento	4	
142	Condiciones de Sitio: Clima	Tormentas	4	
143	Condiciones de Sitio: Clima	Neblina	4	
144	Condiciones de Sitio: Clima	Sequía	4	
145	Condiciones de Sitio: Ambiente	UXO (Explosivos inesperados)	4	Adecuar el área
146	Condiciones de Sitio: Ambiente	Descubrimiento de especies nuevas o en extinción	4	Preservar y/ o rescatar
147	Finanzas: Financiamiento	Bajo rango en la tasa crediticia de la ACP	4	Mantener un manejo financiero adecuado y el manejo de la empresa
148	Finanzas: Financiamiento	Inhabilidad para la obtención de requisitos legales del prestamista	4	Adecuar nuestras regulaciones y procedimientos
149	Finanzas: Flujo de Caja	Cambios en el flujo de pagos	4	Establecer y monitorear los requisitos de flujo de caja y de los ingresos
150	Finanzas: Demanda	Errores en el análisis de sensibilidad de precios	4	Realizar estudios para actualizar las proyecciones en precio
151	Finanzas: Demanda	Crisis económica mundial	4	Utilizar el escenario pesimista de la demanda (conservador)
152	Político: Gobierno	El gobierno no actúa a tiempo	4	Estrategia de comunicación, posicionar la urgencia del proyecto
153	Político: Gobierno	Cambios legales/leyes	4	Estrategia de comunicación, posicionar la urgencia del proyecto
154	Político: ANAM	Cambios en las reglas y procedimientos	4	Incluir medidas de mitigación en el proyecto
155	Político: ANAM	Retrasos en el proyecto relacionados con ANAM	4	Incluir medidas de mitigación en el proyecto
156	Político: ANAM	Interferencia de ANAM	4	Incluir medidas de mitigación en el proyecto
157	Político: ANAM	Requisitos de mitigación	4	Incluir medidas de mitigación en el proyecto
158	Construcción: Ambiente	Contaminación de agua (Ejemplo: derrames de derivados de petróleo)	4	Supervisión y diseño de Planes de Contingencia
159	Construcción: Programa y retrasos	Retraso debido a problemas en el flujo de caja de la ACP (ACP y contratista)	4	Alternativas de financiamiento, fondos de contingencia
160	Construcción: Programa y retrasos	Interferencia debido a operaciones	4	Coordinación y comunicación interna
161	Construcción: Materiales	Requisitos de procesamiento inesperados (ejemplo: tamaño del agregado de concreto)	4	
162	Construcción: Equipo	Falta de mantenimiento	4	Supervisión adecuada
163	Construcción: Equipo	Bajo desempeño	4	Pre-calificación adecuada, supervisión y seguimiento de las obras en construcción
164	Construcción: Equipo	Falta de piezas de repuesto	4	Alquiler de equipos
165	Mano de obra: Costo	Aumento escalonado de salarios	2	Transferir al contratista
166	Operaciones: Navegación	Corrientes de densidad diferenciada	2	Adiestramiento de los pilotos
167	Operaciones: Operaciones de nuevas esclusas	Desperfecto en el funcionamiento de las compuertas	2	Garantía del suplidor
168	Operaciones: Operaciones de nuevas esclusas	Fuerzas de amarre excesivas	2	Modelos analíticos y físicos (parte del modelo hidráulico)
169	Operaciones: Equipo	Programas de mantenimiento inadecuados	2	Planificar el mantenimiento



#	Categoría: Área de Riesgo	Riesgo Específico	Puntuación	Mitigación
170	Diseño: Materiales	Redundancia insuficiente	2	Al contratista
171	Diseño: Criterios	Subestimación de las necesidades de agua	2	Análisis, pronósticos
172	Finanzas: Demanda	La competencia aumenta su penetración de mercado	2	Utilizar el escenario pesimista de la demanda (conservador)
173	Finanzas: Demanda	Proyecciones imprecisas de los ingresos	2	Utilizar el escenario pesimista de la demanda (conservador)
174	Político: Referéndum	Falta de claridad en la propuesta	2	Escribir con términos simples y sencillos la propuesta (una sola pregunta, sí o no)
175	Político: Gobierno	Interferencia del gobierno	2	Estrategia de comunicación, posicionar la urgencia del proyecto
176	Político: Gobierno	Demanda de fondos adicionales	2	Regirnos por el Título Constitucional y la Ley Orgánica
177	Político: Gobierno	No proveer los permisos necesarios	2	Estrategia de comunicación, posicionar la urgencia del proyecto
178	Político: Internacional	Guerra	2	Utilizar el Tratado de Neutralidad, aumentar la seguridad
179	Político: Internacional	Intervención de los EU - Tratado de Neutralidad	2	
180	Político: Internacional	Falta de respaldo por parte de otros países	2	Comunicación, cabildeo
181	Construcción: Ambiente	Cambios en los requisitos de áreas de bote de material cavado	2	Evaluar costos y otros sitios
182	Administración: Planificación	Asignación de dueños del tiempo flotante del cronograma	0	Repetido
183	Operaciones: Agua	Pérdida del lago Gatún por la ruptura de la represa	0	Repetido
184	Construcción: Costos	Incremento en el costo de insumos	0	Repetido

Comentarios finales

Los riesgos con mayor puntuación tienden a ser riesgos administrativos, resultado que es apoyado por los estudios anteriores. Los riesgos políticos también presentaron altas calificaciones, seguidos por riesgos financieros, de mano de obra, de construcción, diseño y condiciones de sitio. Esto indica que por el momento existe mayor preocupación por riesgos inmediatos como son los organizacionales y políticos; lo que pudiera cambiar a medida que el proyecto evoluciona. |

Actualmente se utilizan los resultados del taller en el modelo de riesgos generado por la ACP. Aquellos riesgos identificados como prioritarios se simulan ayudando a calcular las contingencias necesarias para el proyecto. De esta manera se incorporan tanto los esfuerzos realizados anteriormente en materia de evaluación de los riesgos de la ampliación, como el conocimiento de los colaboradores de la ACP en sus áreas de experticia.

Se espera continuar con la evaluación de los riesgos de la ampliación mediante el continuo refinamiento del modelo de riesgos. Adicionalmente, se debe llegar a un esquema de administración de riesgos que permita el monitoreo, la administración y la mitigación de estos. Para ello son necesarias, no sólo la continua evaluación y planificación, sino también la participación activa del personal de diversas áreas de la ACP.



Apéndice 3 – Definición de los Riesgos Críticos

Los riesgos detallados a continuación fueron identificados como los más críticos y, por consiguiente, han sido incluidos en el modelo

1. Problemas organizacionales: Este riesgo se refiere a una variedad de riesgos directamente relacionados con la organización que ejecutará el proyecto. Los riesgos organizacionales incluyen:
 - a. Falta de capacidad de ejecución
 - b. Comunicación inadecuada dentro de la ACP; entre la ACP y los contratistas; y entre los propios contratistas
 - c. Falta de definición de las líneas de mando
 - d. Falta de responsabilidad / responsabilidad por parte del personal de la ACP.
 - e. Estructura organizacional inadecuada: Incapacidad para reestructurar la organización, cambios en la alta gerencia.
2. Falta de controles: El riesgo de carecer de un sistema adecuado para controlar el programa, de tener archivos incompletos, y poca coordinación con los contratistas, afectando así la capacidad de mitigación y control de riesgos.
3. Planificación Ineficiente: Mala ejecución y capacidad de planificación. Incluye lo siguiente:
 - a. Falta de experiencia en planificación de proyectos
 - b. Riesgos de tiempo – cronograma inflexible e incongruente con la realidad, falta de definición del dueño del tiempo de holgura o flotante
 - c. Ineficiencia o lentitud del proceso de toma de decisiones
 - d. Falta de alineación de los recursos con las necesidades del proyecto
 - e. Planificación de materiales y equipo – atrasos en la movilización, falta de disponibilidad del equipo, falta de mantenimiento del equipo, ineficiencia en las compras de materiales y administración de inventarios
 - f. Falta de coordinación con las operaciones en ejecución
4. Ineficiencia en el proceso de contratación:
 - a. Ineficiencia en la coordinación con los contratistas
 - b. Demasiados contratistas y subcontratistas
 - c. Muy pocas licitaciones
 - d. Corrupción
 - e. Atrasos en las compras
 - f. Diseñadores mal escogidos
 - g. Incumplimiento con las especificaciones
5. Inflación general: Cambios en los costos debido a variaciones en el nivel general de los precios.
6. Atrasos en el Referendo: Atrasos en la fecha del referendo, por las siguientes causas:



- a. Atrasos en el proceso ambiental – mala administración de las relaciones con las ONG, incumplimiento con los requisitos del programa ambiental, falta de coordinación con la ANAM, y atraso en la aprobación del estudio de impacto ambiental.
 - b. Demoras gubernamentales
 - c. Oposición pública
 - d. Estrategia de comunicación inadecuada
 - e. Falta de entendimiento por parte del público
7. Condiciones climáticas extremas: Cualquier condición climática de mayor relevancia que la contemplada en el cronograma. No incluye eventos como tsunamis o huracanes.
8. Cambios generados por los dueños del proyecto: Cambios en las cantidades debido a:
- a. Cambios en el alcance del proyecto, generados por los dueños
 - b. Cambios en los criterios de diseño
 - c. Especificaciones incompletas
 - d. Cambios en los estándares de diseño
 - e. Definición inadecuada de los estándares
 - f. Data de campo incompleta
 - g. Cambios en las cantidades estimadas
9. Insuficiencia de Ingresos: Insuficiencia de ingresos debidas a una reducción en el número de tránsitos del Canal.
10. Resolución inadecuada de los reclamos: Mal manejo de los reclamos debido a falta de controles, contabilidad ineficiente u otros.
11. Huelgas de trabajadores locales: Huelgas durante la construcción que afecten el progreso de la misma.
12. Diseño cambiante: Cambios en las cantidades por causa de cambios en el diseño.
13. Escasez de mano de obra calificada: Falta de mano de obra local calificada, falta de capacitación.
14. Aumentos en los costos: Incrementos en los costos de los materiales, equipos, mano de obra y servicios, debidos a problemas de oferta y demanda.



Apéndice 4 – Provisiones para las Esclusas

Esclusa Atlántica

Descripción	Feridos no oficiales	Errores	Derrumbe	Lluvia-conc	Var cant	Sobreexcav	Desecho conc	Desech Cer	Desech Agre	Desech Acer	Prod. Equip	Total	%
Indirectos del contratista	1,094,217	1,094,217									4,123,637	6,312,070	4%
Mobilización y demobilización												-	
Trabajos pre-construcción												-	
Excavación	2,072,299		2,072,299		2,486,758	2,486,758					6,548,992	15,667,106	10%
Relleno	3,445,906		3,445,906		3,445,906	3,445,906					2,692,061	16,475,687	11%
Concreto - Esclusas	5,560,160	5,560,160		5,560,160	13,344,384	2,668,877	13,266,337	2,491,271	10,820,544	7,069,440	9,138,422	75,479,755	49%
Concreto - Piscinas de ahorro de agua	2,409,926	2,409,926		2,409,926	5,783,822	1,156,764					4,442,055	18,612,419	12%
Trabajos mecánicos					6,063,233					6,063,233		12,126,465	8%
Trabajos eléctricos					3,827,000							3,827,000	3%
Sistemas de apoyo					4,125,325							4,125,325	3%
Total de provisiones	14,582,507	9,064,303	5,518,205	7,970,086	39,076,429	9,758,306	13,266,337	2,491,271	10,820,544	13,132,673	26,945,168	152,625,827	100%
Porcentaje del costo total	1.63%	1.01%	0.62%	0.89%	4.37%	1.09%	1.48%	0.28%	1.21%	1.47%	3.01%	17.06%	0%

Feriados no oficiales: 5 días/año (muerte de ex-presidentes, lunes de Carnaval, jueves santo)
 Corrección de errores: 6 días/año (Costo adicional para contratista para reparar/corregir error)
 Derrumbes: 12 días total
 Efecto lluvia en concreto: 20 días (Costo adicional debido a lluvia sobre vaciado de concreto)
 Variaciones cantidad: 10% en concreto, excavación, relleno; 5% EM; 20% sistemas eléctricos y apoyo
 Sobreexcavación: 10% of excavación; 1% of concreto
 Descho concreto: 10%
 Desecho cemento: 5%
 Desecho agregado: 15%
 Desecho acero de refuerzo: 10% (para sobreentapado y desecho)
 Descho acero estructural: 5%
 Productividad del equipo 83%
 Mitigación hidráulica (incluido en cámara de concreto por cambio de diseño)



Esclusa Pacífica

Descripción	Unoff Holiday	Errors	Slides	Rain-Conc	Quan. Var.	Overbreak	Conc Waste	Cem Waste	Agg Waste	Stl Waste	Eqp Prod	Total	%
Indirectos del contratista	968,500	968,500									3,481,015	5,418,015	4.4%
Mobilización y demobilización											-	-	0.0%
Trabajos pre-construcción											255,305	255,305	0.2%
Excavación	2,036,006		2,036,006		3,664,811	3,664,811					4,295,196	15,696,831	12.8%
Relleno	510,191				1,836,686	1,836,686					3,030,203	7,213,767	5.9%
Concreto - Esclusas	4,473,311	4,473,311		4,473,311	10,735,946	2,147,189	7,282,234	2,577,003	5,820,410	7,298,928	9,028,298	58,309,942	47.7%
Concreto - Piscinas de ahorro de agua	1,957,124	1,957,124		1,957,124	4,697,098	939,420					4,039,266	15,547,155	12.7%
Trabajos mecánicos										6,127,902	-	12,255,803	10.0%
Trabajos eléctricos					3,417,000						-	3,417,000	2.8%
Sistemas de apoyo					4,125,325						-	4,125,325	3.4%
Total de provisiones	9,945,132	7,398,935	2,036,006	6,430,435	34,604,769	8,588,107	7,282,234	2,577,003	5,820,410	13,426,830	24,129,282	122,239,143	100.0%
Porcentaje del costo total	1.23%	0.92%	0.25%	0.80%	4.29%	1.06%	0.90%	0.32%	0.72%	1.66%	2.99%	15.15%	

Feriatos no oficiales: 5 días/año (muerte de ex-presidentes, lunes de Carnaval, jueves santo)
 Corrección de errores: 6 días/año (Costo adicional para contratista para reparar/corregir error)
 Derrumbes: 12 días total
 Efecto lluvia en concreto: 20 días (Costo adicional debido a lluvia sobre vaciado de concreto)
 Variaciones cantidad: 10% en concreto, excavación, relleno; 5% EM; 20% sistemas eléctricos y apoyo
 Sobreexcavación: 10% of excavación; 1% of concreto
 Descho concreto: 10%
 Desecho cemento: 5%
 Desecho agregado: 15%
 Desecho acero de refuerzo: 10% (para sobreentapado y desecho)
 Descho acero estructural: 5%
 Productividad del equipo 83%
 Mitigación hidráulica (incluido en cámara de concreto por cambio de diseño)



Apéndice 5 – Parámetros y Supuestos del Modelo

Estructura del Modelo

Los 14 riesgos identificados como críticos podrían ser modelados en tres áreas de importancia: el impacto de la reducción en los ingresos, el impacto de los atrasos y el impacto de los sobrecostos del proyecto de ampliación. Para evaluar una contingencia basada en riesgos, se añadieron distribuciones y parámetros bien detallados, a los atrasos y los sobrecostos. Las variaciones en la demanda no tienen efecto alguno sobre la contingencia. Algunos de los riesgos afectan directamente a las demoras, otros afectan principalmente a los sobrecostos, y algunos otros inciden simultáneamente tanto sobre los atrasos como sobre los sobrecostos.

Área	Riesgos
Atrasos	Condiciones climáticas extremas Atrasos en el referendo Riesgos organizacionales Falta de controles Planificación ineficiente Ineficiencias en el proceso de contratación Huelgas laborales locales
Sobrecostos	Inflación general Incrementos en el costo de materiales, equipos y mano de obra Manejo inadecuado de los reclamos
Atrasos y Sobrecostos	Falta de mano de obra local calificada Diseño cambiante y cambios en las cantidades Cambios ocasionados por los dueños del proyecto
Mercado	Insuficiencia en los ingresos

a. Mercado

Los principales rubros de esta área del modelo son los tránsitos, la carga y los ingresos proyectados bajo diversos ambientes macroeconómicos y competitivos, generados por un modelo de demanda provisto por Mercer Management Consulting Corporation. El primer paso consistió en introducir distintas predicciones macroeconómicas y de competencia en el modelo financiero de la ACP. Con este objeto, la ACP escogió tres escenarios macroeconómicos y tres escenarios competitivos. Estos escenarios fueron definidos como optimista, probable y pesimista. La ACP asignó una probabilidad de 17.5%, 65% y 17.5% a cada uno de los escenarios macroeconómicos y una probabilidad de 10% a cada escenario competitivo. La combinación de estos escenarios macroeconómicos y competitivos, resultó en nueve escenarios de mercado con las siguientes probabilidades:

Escenario Competitivo	Escenarios Macroeconómicos		
	Pesimista	Probable	Optimista
Pesimista	1.8%	6.5%	1.8%
Probable	14.0%	52.0%	14.0%
Optimista	1.8%	6.5%	1.8%



Para cada iteración de la simulación se seleccionó uno de nueve escenarios de mercado, con sus predicciones de carga, tránsitos e ingresos, dadas las probabilidades asociadas con cada escenario de mercado.

b. Atrasos

Los atrasos impactan sobre el Proyecto de Ampliación de dos formas: primero, hay un atraso en la generación de ingresos adicionales provenientes de la apertura de un tercer juego de esclusas en el Canal; y segundo, existe un costo adicional que se origina al extender las obras más allá del tiempo programado (costos fijos del contratista y costos fijos del dueño).

Para modelar los atrasos, se varió el cronograma original añadiéndole cuatro efectos diferentes: primero, las variaciones en la duración de las actividades; segundo, variaciones en los tiempos debido a cambios en la productividad y el diseño; tercero, atrasos debidos a sucesos generales tales como condiciones climáticas extremas y huelgas; y demoras causadas por eventos puntuales. La suma de todos estos efectos generará el año de la puesta en marcha, más la contingencia de tiempo.

Año original de la puesta en marcha
+ variación en la duración de la actividad
+ variación en productividad / cantidad
+ Demoras por eventos generales (clima, huelgas)
+ Atrasos por eventos puntuales
= Año de la puesta en marcha + contingencia de tiempo

En primer lugar, la duración de cada actividad que aparece en el cronograma fue graduada a una escala mediante un factor para aumentar o reducir la duración de la actividad. Este factor resume el impacto de los siguientes riesgos sobre cada actividad: atrasos en el referendo, riesgos organizacionales, falta de controles, coordinación deficiente, planificación ineficiente, falta de mano de obra local calificada, diseño cambiante, cambios generados por los dueños del proyecto e ineficiencias en el proceso de contratación (Ver el Apéndice 5).

El modelo de riesgos utilizó las actividades contempladas en el cronograma general del proyecto de ampliación. Este modelo toma en cuenta las interdependencias de tiempo de las actividades. Si se genera un atraso en alguna actividad de la cual dependa el inicio de otras actividades, las actividades dependientes de esta y las subsecuentes dependientes de estas últimas, sufrirán atrasos también. Para efectos del modelado, se utilizaron solamente actividades de ruta crítica o actividades de ruta casi-crítica en el cronograma del modelo de riesgos. A continuación se incluye la lista de las actividades principales y la variación que se aplicó a cada una de ellas.



Todas las actividades se variaron usando distribuciones Triangulares Generales¹.

Variación de la duración	Distribución Triangular General		
	Percentil	Más	Percentil
	5%	Probable	95%
Actividades Pre-construcción			
Proceso de aprobación (Junta Dir., Gabinete, Asamblea)	1	1	1
Programa de información pública	1	1	1
Evaluación ambiental	1	1	1
Referéndum	1	1	1
Implementación del sistema administrativo	0.9	1	1.25
Modelo hidráulico	0.9	1	1.5
Diseño detallado y documentos de contratación	0.9	1	1.2
Proceso de contratación - Esclusas	0.95	1	1.5
Proceso de contratación - Canal de acceso	0.95	1	1.3
Contratación y entrega - Nueva draga	1	1	1.3
Canal de acceso			
Canal de acceso Pacífico 1	0.9	1	1.2
Canal de acceso Pacífico 2	0.9	1	1.2
Canal de acceso Pacífico 3	0.9	1	1.2
Canal de acceso Pacífico 4	0.9	1	1.2
Canal de acceso Pacífico 5	0.9	1	1.2
Canal de acceso Pacífico 6	0.9	1	1.2
Esclusas del Pacífico			
Movilización equipo de excavación	1	1	2
Movilización equipo de concreto	0.9	1	1.5
Excavación piscina de ahorro de agua 3	0.95	1	1.5
Excavación cámara 3	0.9	1	1.4
Excavación cámara 2	0.9	1	1.4
Concreto cámara 3	0.9	1	1.3
Concreto cámara 2	0.9	1	1.3
Concreto cámara 1	0.9	1	1.3
Inundación aguas abajo	0.9	1	1.25
Instalación electromecánica	0.8	1	1.25
Pruebas generales	0.95	1	1.05
Esclusas del Atlántico			
Movilización equipo de excavación	1	1	2
Movilización equipo de concreto	0.9	1	1.5
Excavación piscina de ahorro de agua 3	0.95	1	1.5
Concreto piscina de ahorro de agua 3	0.9	1	1.5
Concreto cámara 3	0.9	1	1.3
Concreto cámara 2	0.9	1	1.3
Concreto cámara 1	0.9	1	1.3
Inundación aguas abajo	0.9	1	1.25
Instalación electromecánica	0.8	1	1.25
Pruebas generales	0.95	1	1.05
Dragado			
1a. Tapón Atlántico norte (exc seca)	0.95	1	1.1
1b. Tapón Atlántico norte (CSD 3)	0.9	1	1.1
2a. Tapón Atlántico sur (exc seca)	1	1	1.05
2b. Tapón Atlántico sur (CSD 1)	1	1	1.05
3a. Corte Culebra (CSD 1)	1	1.1	1.2

¹ Se clasifica como Triangular General (Trigen) a una distribución de tres puntos: uno con un valor muy probable y dos en los percentiles bajo y alto especificados (5% y 95% respectivamente)



3b. Corte Culebra (RMC)	1	1.2	1.3
4a. Canal de acceso Corte Culebra (RMC)	1	1	1.05
5a. Tapón Corte Culebra (Land D&B)	1	1	1.05
5b. Tapón Corte Culebra (exc seca)	0.95	1	1.05
5c. Tapón Corte Culebra (Backhoe B)	1	1	1.1
5d. Tapón Corte Culebra (RMC)	1	1	1.1
6a. Tapón intermedio (Land D&B)	1	1	1.05
6b. Tapón intermedio (exc seca)	0.95	1	1.05
6c. Tapón intermedio (Backhoe B)	1	1	1.1
6d. Tapón intermedio (RMC)	1	1	1.15
7a. Tapón Pacífico sur (Cofferdam removal)	1	1	1.05
7b. Tapón Pacífico sur (Land D&B)	1	1	1
7c. Tapón Pacífico sur (Backhoe No. B)	1	1	1.1
Elevar Nivel Lago Gatún	1	1	1

Adicionalmente, las actividades arriba listadas podrían durar más o menos tiempo, dependiendo de la variación en cantidades y / o productividad. Los mismos factores que han sido aplicados en la variación del costo se aplican aquí (ver la próxima sección), con un leve ajuste. El factor de ajuste se basa en los resultados actuales de estas variaciones en el programa de elaboración de horarios denominado Primavera. La principal razón para efectuar este ajuste es la diferencia en el nivel de agregación de actividades entre el estimado de costos y el cronograma. Se ajustó la duración de cada actividad de la siguiente manera:

$$Duración \times \left[\frac{Factor\ de\ Cantidad \times Factor\ de\ Ajuste}{Factor\ de\ Productividad \times Factor\ de\ Ajuste} \right]$$

	Factor de Ajuste
Canal de Acceso	
Productividad de la excavación del canal de acceso	1.09
Esclusas	
Productividad de la excavación de las esclusas	1.08
Productividad de las esclusas de concreto	1.08
Cantidad	0.96
Cauce de Navegación	
Productividad del dragado	1.05
Cantidad	0.96

Además de las variaciones antes mencionadas, se modelaron los atrasos en sucesos generales, tales como condiciones climáticas extremas y huelgas laborales. Estos tipos de sucesos sólo afectan a actividades puntuales unas pocas veces durante el proyecto. Primero, el modelo de riesgos determina si el evento sucede o no mediante una distribución Binomial² y luego aplica un impacto de tiempo mediante una distribución Triangular.

	Clima	Huelgas
--	-------	---------

² La distribución Binomial es una secuencia de probabilidades en la cual cada probabilidad corresponde a la posibilidad de que ocurra un evento puntual. El prefijo *bi* en el experimento binomial se refiere al hecho de que existen dos resultados posibles (i.e., alto o bajo, cierto o falso) para cada ensayo efectuado en el experimento binomial.



	(días)	(días)
Mínimo	5	8
Probable	10	30
Máximo	15	45

Finalmente, se incluyeron variaciones debidas a eventos puntuales, tales como atrasos en el referendo, atraso por parte de un licitante, errores de diseño, falla considerable en un equipo, derrumbes de tierra, construcción deficiente, problemas con las compuertas y correcciones durante las pruebas. Primero, el modelo de riesgos determina si el evento sucede o no mediante una distribución Binomial y luego aplica un impacto de tiempo a través de una distribución Triangular. A continuación se describen los parámetros aplicados.

Otros Eventos Relevantes	Probabilidad	Duración Mínima (Días)	Duración más probable (Días)	Duración Máxima (Días)
Atrasos en el referendo	50.00%	0	120	180
Atraso de un licitante	1.00%	90	120	180
Error de diseño	5.00%	10	20	40
Falla importante en un equipo – Acceso	5.00%	15	30	40
Falla importante en un equipo – Esclusas	5.00%	30	60	90
Derrumbes de tierra	5.00%	0	15	30
Construcción deficiente	5.00%	10	20	40
Atraso en instalación de compuertas	10.00%	10	30	60
Catástrofe en las compuertas (hundimiento)	0.10%	250	300	320
Correcciones durante las pruebas	10.00%	15	45	120

El efecto que tienen los atrasos en la generación de ingresos se materializa en la fecha de terminación. Si se atrasa la fecha de terminación, la capacidad del Canal de Panamá permanecerá igual hasta que esté listo el tercer juego de esclusas. De esta forma, se atrasa la generación de ingresos adicionales de la ampliación debido al atraso en la fecha de apertura de la nueva esclusa. Este efecto aparecerá en los indicadores financieros, tales como la tasa interna de retorno y el valor neto actual.

c. Sobrecostos

Para modelar los sobrecostos, se incorporó al modelo de riesgos un estimado de costos detallado. Este estimado de costos tiene los siguientes componentes:

1. Esclusas del Pacífico
2. Esclusas del Atlántico
3. Contratos del Canal de Acceso (6)
4. Canales de Navegación
5. Elevación del lago Gatún

Componentes: Esclusas y Canal de Acceso

El estimado de costos para los tres primeros componentes se calculó de la siguiente manera:



Costo de la mano de obra y el equipo
+ Costo de los materiales
= Costo de las obras civiles
+ Costos indirectos
+ Otros
= Estimado de costos

En el estimado de costos, el costo de la mano de obra y el equipo están definidos en términos de cuadrillas de trabajo. Esto significa que el costo de mano de obra y equipo de una actividad específica se define como las horas totales por cuadrilla, multiplicado por el costo por hora por cuadrilla. El total de horas por cuadrilla se define como la cantidad, dividida por la productividad por cuadrilla. El costo por cuadrilla por hora puede dividirse en salarios por hora, y costos de equipo y otros por hora. Por consiguiente, podemos expresar el costo de mano de obra y equipo como sigue:

$$\text{Costo de mano de obra y equipo} = \left[\frac{\text{Cantidad}}{\text{Productividad}} \right] \times \text{Salarios } \$/\text{hr} + \text{Equipo } \$/\text{hr}$$

El costo de materiales consiste simplemente en los precios multiplicados por la cantidad física del material.

$$\text{Costo de materiales} = (\text{Cantidad}) \times (\text{Precios } \$/\text{hr})$$

El equipo determinó los riesgos que inciden sobre estas variables clave. (Ver la tabla que aparece a continuación)

Variables	Riesgos
Cantidades	Diseño cambiante, cambios en las cantidades Cambios generados por los propietarios del proyecto
Productividad	Falta de mano de obra local calificada
Salarios	Falta de mano de obra local calificada Aumentos en el costo de la mano de obra (debidos a demanda y oferta)
Precios	Aumentos en el costo de los materiales (debidos a demanda y oferta)
Obras civiles	Cambios generados por los dueños del proyecto
Costos indirectos	
Otros	Aumentos en el costo de manufactura (debidos a demanda y oferta)
Compuertas	Escasez de licitantes
Válvulas	Problemas de equipo
Electricidad	
Margen de ganancias	
Seguros e impuestos	

La siguiente es una descripción de los parámetros usados para variar las variables seleccionadas.



Variable: Cantidades

Para simular los cambios en las cantidades causados por cambios en el diseño del proyecto, se consideró apropiado generar escenarios lógicos de cambios de diseño. Se le asignó una probabilidad de ocurrencia a cada escenario usando una distribución Discreta³. Cada vez que se selecciona un escenario, las cantidades de concreto y excavación estimadas para las esclusas del Atlántico y el Pacífico se aumentada mediante los factores predeterminados en el escenario seleccionado. Las variaciones limitadas explican la razón por la que el equipo de estimación efectúa un estimado conservador. El escenario número 3 corresponde a las cantidades incluidas actualmente en el estimado original de costos.

Cambios en el Diseño

Escenario #	1	2	3	4	5
Descripción	Incremento máximo en los muros de aproximación	Incremento en los muros de aproximación y cambios en el sistema de llenado y vaciado	Escenario Actual	Cambios en las tinas de ahorro de agua	Incremento en los muros de aproximación, y cambios en el sistema de llenado y vaciado, y en las tinas de ahorro de agua
Probabilidad	10%	30%	30%	20%	10%
Concreto					
Paredes	1.5	1.2	1	1	1.1
Monolito de compuertas	1	1	1	1	1
Cámaras	1	1.2	1	1	1.2
Tinas de ahorro de agua	1	1	1	1.1	1.1
Excavación					
Paredes	1.1	1.1	1	1	1.1
Monolitos de compuertas	1	1	1	1	1
Cámaras	1	1.3	1	1	1.3
Tinas de ahorro de agua	1	1	1	1	1

Variable: Productividad por Cuadrilla

Originalmente, el modelo de riesgos no incluía variaciones en la productividad. Las variaciones en la productividad por cuadrilla fueron introducidas para reflejar riesgos tales como falta de mano de obra calificada, tiempo de la curva de aprendizaje y planificación ineficiente. La variación en la productividad por cuadrilla permite la simulación del impacto sobre el número de horas trabajadas por cuadrilla y, por consiguiente, sobre el costo por actividad que se deriva de los riesgos que afectan la producción. Básicamente, la productividad utilizada en el estimado fue multiplicada por un factor aleatorio, dependiendo del tipo de trabajo, mediante una distribución

³ Una función de probabilidad Discreta se define como la función que puede tomar un número discreto de valores (no necesariamente finito). Cada uno de los valores discretos tiene una cierta probabilidad de ocurrencia que está entre cero y uno. La condición que las probabilidades añaden a uno significa que por lo menos uno de los valores tiene que ocurrir.



Triangular⁴. Para el concreto, la excavación de roca maciza y las obras de La Boca y de material de cobertura de las esclusas del Pacífico, se usó un factor de entre 1.1 y 0.55; así como para el concreto, la excavación de roca maciza y el material de procesado para las carreteras de las esclusas del Atlántico y para el concreto y los trabajos de excavación del canal de acceso. Para el acero y las formaletas de las esclusas del Pacífico y del Atlántico, y la excavación de las fundaciones de las esclusas del Pacífico se utilizó un factor de 1.1 y 0.52-0.

Esclusas y Canal de Acceso

Productividad		
Más productividad	1.1	1.1
Productividad esperada	1	1
Menos productividad	0.55	0.52-0.54
Distribución	Triangular	Triangular

Variable: Salarios

Se introdujo la variación de salarios para reflejar una posible escasez de mano de obra, riesgos de pérdida de empleados porque estos se vayan a trabajar para otra de las compañías contratistas y su impacto sobre los costos de mano de obra. En el estimado, se tomaron en cuenta todos los beneficios sociales locales aplicables en la República de Panamá y se utilizó un salario mínimo de B/.2.90 por hora. Se variaron los cambios en salarios por trabajos manuales de 0% a 50% por encima del estimado, mediante distribución Triangular con los siguientes puntos:

Salarios	Esclusas	Excavación
Máximos	1.5	1.5
Más probables	1.1	1.1
Mínimos	1	1
Distribución	Triangular	Triangular

Variable: Precios

Diesel

La variación que aparece a continuación refleja la volatilidad de los precios del petróleo y el riesgo de aumento en los costos de transporte (que está incluido en el precio) debido a un aumento en el número de tránsitos y en los costos derivados de mano de obra y equipo. Se aplicó la misma variación en el precio del diesel a todos los componentes del estimado de costos, mediante una distribución Pert⁵.

Todos los Componentes

Precios de los Materiales	Diesel
Esclusas	B./gal

⁴ Una distribución Triangular es aquella que tiene tres puntos. La probabilidad de ocurrencia del punto inferior y del superior es igual a cero.

⁵ Una distribución Pert es un tipo de distribución Beta que modela eventos cuya ocurrencia está restringida dentro de un rango definido por un valor mínimo y un valor máximo. La distribución Pert usa ecuaciones de momento en los cuales se conocen los valores mínimo y máximo para calcular factores de forma que son consistentes con el promedio y la desviación estándar.



Mínimos	1.80
Esperados	2.50
Máximos	4.00
Distribución	Pert



Acero y Cemento

Los precios del acero y el cemento reflejan la conducta histórica y proyectada de los precios de estas mercancías.

Esclusas del Atlántico y el Pacífico

Precios de los Materiales	Acero (Acero de refuerzo, oferta solamente)	Cemento
	B./ton	B./-ton
Mínimo	400.00	80.00
Esperado	560.00	95.00
Máximo	750.00	130.00
Distribución	Pert	Pert

Los precios del acero, cemento y petróleo, fueron correlacionados de modo que, en vez de ser totalmente independientes de los demás, se movieran en la misma dirección, conforme a los ciclos económicos, para que la relación entre los mismos se viera reflejada en los resultados.

Matriz de Correlación			
	Cemento	Acero	Petróleo
Cemento	1.00	0.70	0.80
Acero		1.00	0.80
Petróleo			1.00

Costo del relleno

El relleno es procesado de excavaciones de basalto en el Pacífico. El costo del relleno fue variado en términos de costo por metro cúbico.

Esclusas del Pacífico

Precios del Material	Relleno B./m ³
Mínimo	2.75
Esperado	3.26
Máximo	4.00
Distribución	Pert

Transporte de agregados

El costo del transporte que se varía a continuación es el mismo de los agregados que serían transportados de las esclusas del Pacífico a las del Atlántico. En este caso, el costo del transporte puede variar por un factor de 1, significando lo mismo que el costo estimado, a un factor de 1.5, o 50% por encima del costo estimado. El costo de transporte se basa en el costo del transporte por ferrocarril, por metro cúbico. Esta variación se debe a posibles dificultades en el método de transporte utilizado para este fin.

Esclusas del Atlántico

	Transporte
Máximo	1.50
Más probable	1.30
Mínimo	1.00
Distribución	Pert



Lechada, relleno y roca triturada

Las obras del canal de acceso requieren lechada, relleno y roca triturada, los cuales fueron variados de acuerdo con las tendencias de los precios, de la siguiente manera:

Contratos 1 y 2

Precios de los materiales	Cortina de Lechada B./m ²	Relleno B./m ³	Losa (solo en C1) B./m ³
Mínimo	50.00	4.50	70.00
Esperado	60.00	4.75	80.00
Máximo	120.00	5.25	160.00
Distribución	Pert	Pert	Pert

Contratos 3, 5 y 6

Precios del Material	Roca Triturada B./m ³
Mínimo	0.01
Esperado	0.01
Máximo	0.08
Distribución	Pert

El predeterminar las fuentes de materiales podría ocasionar reclamos si los materiales no son suficientemente abundantes o no poseen la calidad deseada. Se incluyeron fondos para reclamos en el estimado de costos, en calidad de provisión.

Obras civiles

El costo de las obras civiles es variado mediante órdenes de cambio. Las órdenes de cambio reflejan cambios leves en el alcance del proyecto durante la construcción, omisiones, errores y otros cambios de poca relevancia, y son simuladas mediante distribuciones Pert. Los factores son aplicados por tipo de actividad dentro de las obras civiles.

Órdenes de cambio

Esclusas del Pacífico y el Atlántico	Actividad						
	% Cambio	Acero	Concreto	Excavación/Relleno	Compuertas	Electromecánica	Otros
Mínimo	1	1.02	1.02	1.02	1	1	1.01
Esperado	1.03	1.06	1.06	1.06	1.025	1.015	1.03
Máximo	1.06	1.10	1.10	1.10	1.05	1.03	1.05
Distribución	Pert	Pert	Pert	Pert	Pert	Pert	Pert

Contratos 1 y 2	Losa	Excavación
Mínimo	1.05	1.02
Esperado	1.07	1.06
Máximo	1.10	1.10
Distribución	Pert	Pert

Contratos 3, 4, 5 y 6	Excavación
Mínimo	1.02
Esperado	1.06



Máximo	1.10
Distribución	Pert

Compuertas y Válvulas

La variación de los precios de las compuertas y las válvulas refleja la variación en el costo de fabricación del acero estructural.

Esclusas del Pacífico y el Atlántico

Precios de los materiales	Compuertas (Acero Estructural)	Válvulas
	B./ton	B./ton
Mínimo	5,200.00	6000.00
Esperado	6,000.00	6,100.00
Máximo	7,500.00	7,000.00
Distribución	Pert	Pert

Trabajos de Electromecánica

El costo de los trabajos de electromecánica, que incluye el sistema de control, la electricidad y los sistemas operativos de las esclusas, fue variado usando una distribución Pert con las características que se muestran a continuación. Esta variación se basa en el nivel actual del diseño.

Trabajos de Electromecánica	
Máximo	1.2
Más probable	1.1
Mínimo	1
Distribución	Pert

Variación de los márgenes de ganancia y los seguros

Para reflejar el riesgo de haya pocos contratistas (menos de tres) participando en la licitación de los trabajos de las esclusas y el canal de acceso, se introdujo una variación en los márgenes de ganancia, basada en las prácticas de la industria. El seguro también fue variado para que reflejara las fluctuaciones en la cobertura de seguro por causa de la cantidad del contrato y las condiciones del mercado, de la siguiente manera:

	Esclusas	Contratos	Seguro
Máximo	0.12	0.12	0.025
Más probable	0.1	0.1	0.020
Mínimo	0.07	0.07	0.015
Distribución	Pert	Pert	Pert

Componente: Cauce de navegación

Para el componente del cauce de navegación, se calculó el costo estimado como sigue:

Costo del dragado
+Costo de perforación y voladura
+ Costo de excavación seca



+ Costo de los propietarios del proyecto

= Estimado de Costos

El costo del dragado se define en términos de piezas de equipo. Esto significa que el costo de un equipo específico ubicado en un lugar determinado se define como el total de horas de dragado multiplicado por el costo por hora. El total de horas del equipo se define dividiendo la cantidad dragada entre la productividad del equipo. Por consiguiente, podemos expresar el costo de dragado de la forma siguiente:

$$\text{Costo de dragado} = \left[\frac{\text{Cantidad}}{\text{Productividad}} \right] \times (\$/\text{hr})$$

El costo de perforación y voladura se define de forma similar.

El costo de la excavación seca se define como cantidad excavada por costo unitario (Bl./m³)

$$\text{Costo de excavación seca} = (\text{Cantidad}) \times (\text{Costo } \$/\text{unidad})$$

El equipo determinó los riesgos que inciden sobre estas variables clave. (Ver la tabla que aparece a continuación).

Variables	Riesgos
Cantidades	Cambios en las cantidades Cambios generados por los propietarios del proyecto
Productividad	Problemas de equipo
Costo/hr.	Falta de mano de obra calificada Incrementos en los costos de la mano de obra (debidos a demanda y oferta)
Costo/m³	Incrementos en los costos de los contratistas (debidos a demanda y oferta)

Además de las variaciones en los precios del Diesel y en los tiempos arriba mencionadas, aplicables a los Canales de Navegación, se aplicaron las siguientes variaciones a esta parte del estimado.

Variable: Dragado

Las variaciones de dragado se basan en los cuatro procesos de dragado que afectan la productividad, los costos y el tiempo de desempeño. Estos son: pre-tratamiento de las rocas y el suelo (perforación y voladura), equipo de dragado, transporte, y depósito de material de excavación. Las variaciones toman en cuenta la productividad de las dragas, el volumen dragado y los costos por hora de las dragas. De conformidad con su efectividad en cada área, se propuso un tipo de draga para ampliar y profundizar el cauce de navegación post-Panamax. La productividad de la draga variaría de acuerdo con la complejidad y diversidad de las condiciones geológicas del cauce del Canal, sumado al tráfico del Canal actual, y el transporte del material dragado. Las variaciones en el volumen del material dragado se basan en la



tasa de sedimentación, eventuales derrumbes de la ribera, y un margen de sobre-dragado superior al estimado. Además, para mediados del 2009, debería estar operando una nueva draga de corte succión. No se prevé que el costo de las dragas del Canal tendrá variaciones significativas fuera de los ciclos normales de inflación general. El costo unitario de estas dragas dependerá principalmente del desempeño del equipo a través de la productividad promedio. Sin embargo, el costo por recursos de dragado contratados externamente, variará de acuerdo al mercado de dragado⁶.

Se introdujeron las variaciones en el volumen extraído, el costo por hora del equipo, y la productividad de este último, multiplicando estos rubros por factores producidos por las distribuciones de probabilidad que aparecen a continuación:

Tipo de equipo	Cantidad		
	Mínimo	Probable	Máximo
Tolva – Mediana (5-10k m ³)	1	1.1	1.15
DCS – Mediano (1 a 2k kW draga de corte)	1	1.1	1.15
DCS – Roca – Lago	1	1.1	1.15
DCS – Roca – Corte	1	1.1	1.15
DCS – Roca - Atl y Pac	1	1.1	1.15
DCS – Roca – Pac	1	1.1	1.15
Dragado – tierra	1	1.1	1.15
Draga – Cucharón (Retroexcavadora) (Corte)	1	1.1	1.15
Draga – Mecánica (de Corte)	1	1.1	1.15
Draga – Mecánica (Canal de Acceso)	1	1.1	1.15
Draga – Cucharón (Retroexcavadora) (Pacífico)	1	1.1	1.15
Distribución	Triangular		

Tolva – Mediana (5-10k m ³)	B/. / m³
Mínimo	1.00
Esperado	1.20
Máximo	1.30
Distribución	Triangular

TIPO DE EQUIPO	Costo por hora			Productividad		
	Mínimo	Probable	Máximo	Mínimo	Probable	Máximo
DCS - Mediano (1 a 2k kW draga de corte)				0.75	1.0	1.2
DCS – Roca – Lago				0.75	1.0	1.3
DCS – Roca – Corte				0.7	1.0	1.1
DCS – Roca - Atl y Pac	0.9	1.0	1.4	0.8	1.0	1.2
DCS – Roca – Pac	0.9	1.0	1.4	0.7	1.0	1.1

⁶ El costo puede variar de acuerdo con la disponibilidad, debido a otros mega proyectos en otras partes del mundo.



Dragado – tierra	1.0	1.0	1.1	0.7	1.0	1.1
Draga – Cucharón (Retroexcavadora) (Corte)				0.8	1.0	1.2
Draga – Mecánica (de Corte)				0.75	1.0	1.1
Draga – Mecánica (Canal de Acceso)				0.9	1.0	1.3
Draga – Cucharón (Retroexcavadora) (Pacífico)	0.9	1.0	1.3	0.7	1.0	1.1
Distribución	Triangular			Triangular		

Variable: Perforación y voladura

Las variaciones del pre-tratamiento de roca y suelos incluyen cantidades estimadas y el desempeño de la barcaza de perforación. Las variaciones en las cantidades dependen generalmente de las condiciones geológicas del cauce de navegación (fragmentación de la roca), y de la capacidad de la draga para remover el material, con o sin necesidad de volar previamente el material del fondo del cauce. La productividad de perforación y voladura está sujeta al tipo de barcaza de perforación designada para cada área a lo largo del cauce de navegación del Canal, las condiciones del tráfico, y el área del canal y sus condiciones. El costo de perforación y voladura introdujo una variación en cantidad y productividad por medio de distribuciones triangulares con los siguientes parámetros.

Equipo de Perforación y Voladura	Cantidad			Productividad		
	Mínimo	Probable	Máximo	Mínimo	Probable	Máximo
Excavación acuática – Lago - THOR	1.0	1.0	1.1	0.85	1	1.1
Excavación acuática – Lago - BARU	1.0	1.0	1.1	0.85	1	1.1
Excavación acuática – Corte - THOR	1.0	1.0	1.1	0.75	1	1.1
Excavación acuática - Corte - BARU	1.0	1.0	1.1	0.75	1	1.1
Excavación acuática – Canal de Acceso Norte y Pac BARU	1.0	1.0	1.1	0.75	1	1.1
Excavación acuática – aguas (<3m)	1.0	1.0	1.1	0.9	1	1.1
Excavación seca	1.0	1.0	1.1	0.8	1	1.2
Distribución	Triangular			Triangular		

Variable: Excavación seca

La contratación de recursos externos para la fase de excavación seca ha sido una experiencia bastante exitosa para la ACP, ya que la efectividad de los contratistas locales en la excavación de material seco a precios competitivos ha quedado demostrada en proyectos de excavación realizados previamente en el Canal, tales como el ensanchamiento del Corte Culebra a 192 m, y el actual enderezamiento y ensanchamiento del Corte a 218 m. Las variaciones en la excavación seca se basan en el volumen y los precios. Dada la propuesta de profundización del Corte Culebra a 9.14 m PLD, es muy probable que ocurran algunos derrumbes tal como se refleja en la tabla que aparece a continuación. El costo de la excavación seca fue variado mediante la introducción de factores que afectan las cantidades y el costo por metro cúbico.

Área del Canal	Cantidad			Costo unitario		
	Mínimo	Probable	Máximo	Mínimo	Probable	Máximo



Canal de Acceso – al Norte del Atlántico @ 218m	1	1	1.1	1	1	1.1
Tapón al Norte del Atlántico @ 2m PLD	1	1	1.1	1	1	1.1
Tapón al Sur del Atlántico @ 27.4m PLD	1	1	1.1	1	1	1.1
Profundización del Corte Culebra @ 30' PLD	1	2	3	1	1	1.1
Canal de Acceso – al Norte del Pacífico - Corte @ 218m	1	1	2	1	1	1.1
Tapón al Norte del Pacífico – Corte @ 27.4m PLD	1	1	1.2	1	1	1.1
Tapón al Medio del Pacífico - Esclusa @ 27.4m PLD	1	1	1.2	1	1	1.1
Distribución	Triangular		Triangular			

Variable: Costos de los propietarios del proyecto

Los costos de las obras del cauce de navegación para los propietarios (dragado, excavación seca, y perforación y voladura) fueron variados mediante distribución triangular, lo que le permitió al costo ir del estimado original hasta 15% más. Los costos de los propietarios incluyen soporte de ayudas a la navegación, mitigación (reforestación), diseño, administración de contratos, preparación de depósitos de material de excavación, y soporte de agrimensura. Además de los costos de los propietarios, existe otro rubro llamado soporte de la ACP a contratistas externos, el cual incluye ayudas a la navegación (torres de enfilación, boyas y luces) levantamiento hidrográfico, remolcadores, lanchas, pilotos, inspectores, coordinadores, oficiales de contratación de control de tráfico marítimo, especialistas en contratos, y grúas.

Cauce de Navegación	Indirecto
Mínimo	1.00
Esperado	1.00
Máximo	1.15
Distribución	Triangular

Variable: Depósitos de material de excavación

Los depósitos de material de excavación dependen del tipo de material, tipo de equipo, distancia del área del proyecto, y la evaluación ambiental. Se contemplan dos medios de transporte para el material dragado: barcazas y tuberías, las cuales estarán limitadas por su tamaño, el tránsito y la disponibilidad del depósito de material de excavación.

Para simular los posibles problemas con los depósitos de material dragado, tales como las limitaciones de capacidad, se multiplicó el costo total de las obras de dragado por un factor que varía de 1 a 1.02, aumentando el costo de dragado hasta en un 2%. Se prevé que esta limitación se dará sobre todo en la capacidad de los depósitos de material excavado en el programa de profundización del Corte Culebra a 9.14 m PLD. El área designada de Frijoles estaría cerca de copar su capacidad para cuando se terminara este programa de profundización.

Por lo tanto, es probable que para ese momento Frijoles no tenga ya suficiente capacidad para acomodar el volumen total dragado en el Corte.



Los depósitos de desechos en tierra firme requieren lo siguiente: evaluación de capacidad, análisis de fundaciones, evaluación del dique, rehabilitación y diseño. Una alternativa a los Sitios de Depósito en Mar Abierto y Tierra Firme sería el uso del material dragado. Esta alternativa requerirá un análisis y una consideración más profundos.



Problemas de diseño de los sitios de depósito	
Mínimo	1.000
Esperado	1.010
Máximo	1.020
Distribución	Triangular

Componente: Elevación del lago Gatún

Para el componente de elevación del lago Gatún, se calculó el estimado de costos de la siguiente forma:

Costo de la elevación del lago Gatún
+ Otros
= Estimado de Costos

El costo de la elevación del lago Gatún se define en términos de modificación de las compuertas y las esclusas para obtener niveles más altos de agua, así como modificación de otras estructuras e instalaciones de la ACP. Debido a que el diseño de este componente se encuentra en una primera etapa conceptual, se aplicó la siguiente variación al costo de elevación del lago Gatún.

Elevación del Lago	
Máximo	3
Más probable	2
Mínimo	1
Distribución	Triangular

Luego de definir las variaciones del costo total estimado en términos reales, se hizo necesario evaluar el impacto de la inflación general sobre el costo estimado expresado en términos nominales (incluyendo la inflación).

Variable: Inflación

Se varió la inflación a largo plazo de Panamá de 0.6 a 3% anual. Esta variación refleja tanto la inflación históricamente baja del país como el incremento que se dio el año pasado en la inflación.

Inflación	
Máximo	0.030
Más probable	0.019
Mínimo	0.006
Distribución	Pert



Supuestos Básicos

Todos los supuestos utilizados en los estimados de costo y el modelo financiero son aplicables a este modelo de riesgos. A continuación se detallan los supuestos básicos del modelo.

- El método de contratación se compone de diseño-licitación-construcción.
- Hay 6 contratos para las obras del canal de acceso.
- Hay 2 contratos para las esclusas (uno para el Pacífico, y otro para el Atlántico).
- Las dragas de la ACP realizarán el dragado del 50% del volumen dragado para la ampliación.
- El cronograma de trabajo incluye días pagados perdidos debido a lluvias, problemas familiares, ausencias misceláneas y días feriados.
- La distribución de la contingencia de costos en el tiempo se basó en la distribución del flujo del costo base estimado a través del tiempo.
- Toda la mano de obra no calificada será contratada localmente.
- El personal técnico y administrativo clave del contratista es extranjero.