

5. 舟運システム

舟運システムの決定に大きく係わっている鉄鉱石輸送を中心に、輸送方法、港湾、水路から構成されるシステムの現状を整理し、河川改修計画検討の基礎となる将来舟運システムを予測する。

5.1 舟運システムの現状

5.1.1 貨物流動と海上輸送の現状

調査対象地域の貨物流動は、シウダッドガイアナ市周辺産業の輸出入物資のうち少量が道路輸送で北部港湾を通過するが、大半はリオグランデ水路舟運に集中している。その貨物量は年間 2,000 万トン（上流からのボーキサイト 500 万トンは除く）で、そのうち 900 万トンがフェロミネラ社の鉄鉱石輸出である。

5.1.2 鉄鉱石輸送の現状

(1) 輸送方法

現在の鉄鉱石の輸送方法には三つの方法がある。

- ① TV 方式： プエルトオルダス港からシャトル船で TV (Transfer Vessel) へ一時的に輸送し、大型ケーブ型船舶に積み込む方法である。輸出量の 50%がこの方法で欧州、日本、中国に輸出されている。
- ② 追積方式： パナマックス型船舶がプエルトオルダス港で航行可能喫水まで鉄鉱石を積載し、TV で追積する方法である。この輸送方法で全輸出量の 20%弱がパナマックス型船舶で欧州に輸出されている。
- ③ 直接方式： 米国、中南米、欧州へプエルトオルダス港から直接輸送している鉄鉱石量は全輸出量の 30%である。

(2) 輸出船舶

デルタを通過する主要船舶とその概略輸送比率は下記の通りである。表 S.5.1 に通行船舶の標準サイズを示す。

- ① 全輸出量の 55%以上がケーブ型船舶またはパナマックス型船舶で輸送され、そのうちの 10%強が日本、中国に輸送されている。
- ② 全輸出量の約 30%はパナマックス型以下の船舶で米国、中南米に輸送され、一回当たり平均輸出量は 3~4 万トンである。
- ③ 特に留意すべき事項として、全輸出量の 45%、450 万トン以上が欧州、米国、中南米へパナマックス型船舶またはより小型船舶で輸送されている点である。

表 S.5.1 船舶標準サイズ

船型	載荷重量 (DWT)	船幅 (m)	満載喫水 (m)
ケーブサイズ	150,000	45.0	17.5
パナマックス	65,000	32.2	12.8
ハンディマックス	45,000	30.5	11.8
スモールハンディ	38,000	28.5	10.9

(3) Transfer Vessel(TV)

遠距離市場への海運コスト軽減のために 1988 年に導入された TV システム(洋上係留の積替基地)は、227,500DWT 船を改造し、時間 3,500 トンのローディング設備と、185,000 トンの貯蔵能力を有している。プエルトオルダスからリオグランデ経由で鉄鉱石を運んでくるシャトル船と仕向地への 220,000DWT 以上の船舶を同時に接舷できる。シャトル船は 80,000DWT の船舶を改造し、67,500 トンの取り扱い能力を有している。外航船の寿命は通常約 30 年と言われ、海上保険契約を含む年間維持管理コストはその後急激に増加する。現 TV と 2 隻のシャトル船の年齢はそれぞれ 25,21,16 年で、近い将来、このシステムの可能な代替えの結論を出す必要がある。

5.1.3 その他貨物の輸送

航路はパナマックス型船舶が通航できるが、現在スモールハンディ型以下の 5,000～35,000DWT 船舶で年間 700 万トンのアルミ、石油等の貨物を輸送している。年間 460 隻数なので一隻あたりの輸送ロットは 30,000 トン以下である事を示している。

5.2 港湾および舟運水路の現状

5.2.1 港湾の現状

(1) 港湾の施設

シウダッドガイアナ地区には現在 11 港湾が稼動しており、取り扱い能力は全 19 バースで年間 4,170 万トン进行する。

(2) 港湾の利用

既存港湾は、シウダッドガイアナ地区の産業の輸送需要に対応する専用バースが多く、公共バースを持つ港湾はサンフェリックス港だけである。しかし、専用バース施設でもシドール港は現在 6 割操業で、余剰能力分を第三者に公共バースとして使用させている。

(3) 港湾の管理

オリノコ川の港湾管理運営の調整機関として、1992 年にオリノコ川舟運管理委員会 (Inter-ministerial Committee on Authority of Orinoco River) が設立され、CVG が事務機関として機能していた。個々独立した港群をまとめて効率的に管理する点で意義があったが、現在解散し機能していない。

5.2.2 舟運水路の現状

(1) 水路航行の現状

リオグランデ水路では、船舶は河川水流が強いために 7～9 ノットで航行せざるをえず、通過に少なくとも 6 時間を要する。ボカグランデの 0 海里地点から 42 海里地点までの河口水路は一方通行区間であるため出船に優先権が与えられ、入り船は待たざるを得ず、航行上の問題地点となっている。

(2) 航行管制の現状

水先案内の組織である港湾管理局 (Port Capitancy) が公式には船舶確認業務の責任を有しているが、フェロミネラ社に所属する航行無線事務所 (Radio Marina Office) が船舶の到着、出発を登録し、航行船舶を管制している。水路で船舶が行き交う箇所は数カ所あり、そこでは船舶の操船性のため積載した出船に通航優先権が与えられる。ブイやマーカーが維持管理不足のために流失しているものもある。

(3) パイロット

水先案内のために乗船が強制されているパイロットの不足により、ボカグランデ航路の入口で不必要な船舶の待ち時間が発生している。運河庁 (INC) は衛星通信による航行支援システムを導入するプロジェクトを提案している。

(4) マカレオ水路

リオグランデ分派点から河口まで 211 km あり、水路幅は 200~300 m、乾期平均水深は 8 m である。約 30 年前から放置され、その後大型船の水路としては使用されていないため、現在は河口部とリオグランデ水路との分岐部の両端で、増水期でも 4.5~5.1 m のところがあり、水路として使用するには浚渫と航路標識の設置が必要である。

(5) マナモ水路

1967 年にツクピタ市南方に調整堰が建設され、マナモ水路は上下流に 2 分された。堰より下流は海とツクピタ市とを結ぶブッシュバージが行き来しているが、川上のシウダッドガイアナ市とは舟運で直接繋がらなくなった。

5.2.3 舟運システム検討において留意すべき事項

(1) 鉄鉱石海上輸送費の動向

鉄鉱石の海上輸送費は、ブラジル・ツバロン鉄鉱石の輸出例に見るように、長期間の傭船運航するに十分な輸出契約量が確保される場合、スポット的な傭船契約に比べて効率的な運航管理ができ、輸送費の低廉化が可能となる。しかし、フェロミネラ社の鉄鉱石は、輸出先が欧州、米国、東南アジアなど約 15 カ所に渡り、それぞれ目的地への輸出量は 10~200 万トンと多様で不定期による傭船輸送が多いと考えられる。

(2) 輸送競争力

海上輸送の競争力検討で留意すべき事項に、同規模の船舶が異なる積み地から同じ仕向地に輸送するとき、短い航海日数の積み地の方が強い点がある。加えて鉄鉱石輸出競争力は輸送費だけでなく売り渡し価格や品質など他の要因も影響するので、競争力を確かなものにするには詳細な検討が必要である。目的地への海上輸送費は、定期・不定期においても市場の需要と供給の動向に左右されるために正確に予測することは難しく、投資検討の際には市場動向、輸出量、輸送方法などの慎重に且つ総合的な調査が求められる。

(3) 水路の通航船舶の動向

鉄鉱石の年間通航トリップは現在 220 隻であり、輸出量が 400 万トンに減少すると最大 90 隻に縮小するが、鉄鋼製品や還元鉄の年間通航トリップは 2010 年には 400 隻に、また 2020 年には 900 隻に増加すると見込まれる。他の貨物の輸出、輸入、国内輸送の通航トリップに変化はないと見込まれるので、合計年間通航トリップは 2010 年に 1,200 隻以上、2020 年に 1,300 隻以上と見込まれる。

(4) 水路容量と容量増加策

旧運輸省（MTC）が実施した 1991 年調査報告書は、現状のボカグランデ単線水路 42 海里の通航限界容量は各方向に対して一日 3 隻、年間 1,100 隻としている。シミュレーション結果として一日 3 隻以上の船舶が到着すれば渋滞が始まるとし、容量増加策として船団システムの導入を提言している。3-6 隻で構成する船団を組めば通航容量は年間 2,700 隻に増加するとし、さらにボカグランデ水路に船団が行き違いできる区間を設けると、通航容量は各方向に対して 4,300 隻に増加するとしている。この方策の実現のためには航行管制、情報管理、船団構成の開発が必要となる。

5.3 新規港湾開発計画の見直し

将来の舟運システムを改善するために数多くの新規港湾開発計画があり、それらは詳細な検討から概念的な提案まで種々ある。これらの計画はプエルト・オルダスに関するもの、積み替え港湾に関するもの、デルタ域内の舟運に関するものである。デルタ域内の舟運については 5.4.5 節で述べる。

5.3.1 プエルト・オルダスに関する計画

(1) 多目的埠頭計画

この多目的埠頭ターミナルの建設計画は、大規模工業団地のパイオニア的プロジェクトとして位置付けられており、鉄鋼やアルミニウムを含む幅広い新規産業に対応するためにシウダッドガイアナ市のオリノコ川右岸、シドール（SIDOR）港の西側に計画されている。将来計画として工業団地から発生する年間貨物量 1,200 万トンを取り扱うために 10 の規格ターミナル建設を含んでおり、主要施設として全長 3,700m の 19 バース、114 ha の荷役・貯蔵ヤード建設の計画がある。第一期事業では 600m 長の 3 バース（200 m×3）、および 23.5 ha の荷役、貯蔵ヤードを建設し、一般貨物を年間 80 万トン、バラ物貨物を 60 万トンの合計 140 万トンを取り扱うとしている。このターミナルは、公共港として利用するために周辺の道路・鉄道に連絡しており、工業団地開発時には建設資材を受け入れる物流基地としても利用可能となる。プロジェクト投資額 4,730 万米ドルのうち、10 の規格ターミナルは 20,320 米ドル（Bs. 50＝US\$ 1.00、1990 年）であるが、経済、財政環境の変化のために事業実施に至っていない。

(2) オリノコ積み替え基地

ターミナル基地の計画は、194.5 海里のシドール（SIDOR）港とヴェナルム（VENALUM）港の中間域に位置し、65,000 DWT 以上の船舶と同時にバージ船団を接岸でき、取り扱い貨物はブリケット、ボーキサイト、銅コンセントライト、スラグ、鉄ペレットである。ターミナルには時間容量 500 トン（ブリケット）から 4,000 トン（ボーキサイト）のローダシステムと貯蔵ヤードを計画している。米国貨物輸送会社（ACBL）が BOT ベースで本計画を提案しており、現在事前交渉過程にあるとの情報である。投資計画は 2000 年に完成予定のフェーズ 1 が 1 バースで 2,330 万米ドル、2003 年完成予定のフェーズ 2 が追加 1 バースと貯蔵ヤードの拡張で 12,780 万米ドルである。

5.3.2 積み替え港湾に関する計画

河川航行システムの最適化を追求する中で、鉄鉱石輸出の市場を拡大するために輸送コスト軽減の視点から、積み替え港に関する計画やアイデアが検討され、数多くの舟運システム改良に関するレポートがまとめられている。

(1) リオグランデ水路・ボカグランデ地区

米国 Orinoco Mining 社 (OMC) & 運河庁 (INC) は、1970 年に年間 2,200 万トンの鉄鉱石輸出を前提に、航路の増深および Guanta 港への鉄道輸送に対抗するボカグランデ地区に積み替え港建設の可能性を検討したが、不経済と結論付けている。また、1991 年、MTC は 1,500 万トンの鉄鉱石輸出を前提に、航路の増深、拡幅、マカレオ水路の再利用を含む広範な代替案の中で、42 海里のプンタヤティカ (Punta Yatica) に積み替え港を建設する可能性を検討した。これも不経済と結論付けている。

(2) マカレオ水路・プンタペスカドレス (Punta Pescadores) 地区

MTC は、1991 年にマカレオ水路を 17,000 DWT のアンロードを備えたバージ舟運への利用、また現シャトル船の復航に利用する前提で、マカレオ水路河口部のプンタペスカドレスに積み替え港の建設可能性を検討したが、将来の TV の代用案としての可能性は否定してないが不経済であるとの結論づけをしている。この他にアイデアとして CVG からマカレオ水路河口プンタボンベアドル (Punta Bombeador) に大水深の港湾建設の構想が出されている。

(3) マナモ水路の出口

INC は、1986 年に実施したマナモ水路の利用調査の中で、マナモ河口のベデルナレス、カブレ、イスラコトラに積み替え港の建設可能性について述べているが、更なる調査を要するとの結論がなされている。同調査を実施した技術者が 1998 年 11 月セミナーで「オリノコ川の持続的開発」案を論じて、マナモ水路に閘門を設けて 80,000DWT の船舶航行を可能とする考えを述べているが、ヴェネズエラ国の経済財政環境下では非現実的と思われる。1991 年の MTC 調査では、マナモ水路の利用を他の調査より浅い水深で検討しているが、代替案としては不適切と結論付けている。

(4) 北部海岸の港湾

OMC & INC レポートは年間 2,000 万トンの鉄鉱石輸出を前提にグアンタ港への鉄道での連結の可能性を検討し、この代替案の経済的可能性を強く否定している。この調査では、年間 4,000 万トン輸出までは水路の増深案が有利であるとしている

5.4 将来の舟運システム

5.4.1 検討の視点

舟運システムは、水路利用者の便益と負担を考慮して総合的に検討されるべきであるが、特に主要な輸出品であり、かつ舟運システムの決定要因となる鉄鉱石の輸出を可能な限り効率的とするよう初期投資と維持管理に要する総費用を少なくし、負担と便益のバランスを図るよう検討される必要がある。

5.4.2 舟運システム代替案

オリノコデルタにおける効率的な舟運システム比較検討案の選出に際し、考慮すべき構成要因としては、舟運ルート、積み替え港に関する鉄鉱石輸出の TV 基地の有無とその建設位置、さらには船型等がある。

これらの要因の組み合わせで考えられる 19 の舟運システム代替案を選出し比較検討した結果、表 S.5.2 に示すように、P1 案、P2 案、P3 案、A1 案、A2 案が効率的なシステム代替案となる。これらの案の航行ルートはリオグランデ水路で同じであるが、異なっているのは船舶がパナマックス、ハンディマックス、スモールハンディになるか、あるいはその貨物積み替えがプンタペスカドーレス沖の洋上の TV になるか否かである。

ここで特に留意すべき事項として、TV の寿命が 2003 年に、また 2 隻のシャトル船の寿命が約 10 年後になること、さらに鉄鉱石輸出が 2003 年に 400 万トンに減少する見込であること等である。従って、提案する鉄鉱石の輸送システムは将来の変化に柔軟に対応すべきである。システムの柔軟性は輸送コストを経済的にする鍵である。初期投資と維持コストを節約することによって便益と負担のバランスを得ることができる。

5.4.3 今後の舟運システム

(1) 今後の鉄鉱石輸送

政府が進める輸出鉄鋼産業の育成や高付加価値産業の導入等により、過去 20 年間減少してきた鉄鉱石の輸出傾向はさらに継続し、2003 年以降のフェロミネラ社の輸出量は 400 万トンまで減少する。この輸出量に基づく今後の輸送システムは、TV とシャトル船の寿命を考慮すれば前項比較案の P1 案および A2 案を基本として、下表に示す 4 段階が考えられる。

表 S.5.3 オリノコデルタにおける将来舟運システム（目標年次 2020 年）

輸送貨物	段階	舟運システム	現在のシステムとの変更点
鉄鉱石	①段階 現在-2003 年頃	リオグランデ水路を航路とし、現在のシャトル船 2 隻と TV は継続使用。	現状の輸送システムと同じ。
	②段階 2003-2007 年頃	リオグランデ水路を航路とし、TV を退役させて、2 隻のシャトル船を継続使用。	鉄鉱石の輸出量は 400 万トンに減少すると共に、現在の積替システム（TV）が耐用年数 30 年を超えるために年間維持管理費が急上昇する。そのため現在の TV を維持する場合には別の中古船を改造して TV とするか、あるいは現 TV を維持修理する必要がある。
	③段階 2007-2013 年頃	リオグランデ水路を航路とし、現在の TV とシャトル船 1 隻が退役、残りの 1 隻を継続使用。	欧州への輸出には、パナマックス型で航行可能喫水まで積載し輸出先まで直接輸送する方法、あるいは追い積み満載にする方法がある。
	④段階 2013 年以降	リオグランデ水路を航路とし、現在の TV とシャトル船 2 隻ともに退役。	航路水深を適正に維持し、パナマックス型船舶がプエルト・オルガス港で満載して輸出先へ直接運航することが望ましい。留意すべきことは、パナマックス型船舶の使用は適切な輸出先を選定することにより、競争力を保持することである。

表 S.5.2 舟運システム代替案

Navigation Route	Trans Shipment		No.	Vessel Type				Construction, Operation and Maintenance Cost		No.
				for Iron Ore Export		for Other Cargo Export				
				Route	Vessel Type	Route	Vessel Type	■ OM Cost (for Maintenance Dredging) ■ Initial Dredging Cost (for Navigation Route) □ Port & Vessel Costs (for Construction/Replacement)		
Rio Grande Channel	Alternative P	Transfer Vessel	P1	RG-BG-OA	Panamax	RG-BG	Handymax		P1	
			P2		Handymax				P2	
			P3		Small Handy		Small Handy			P3
	Alternative A	Without Transfer Vessel	A1	RG-BG	Handymax	RG-BG	Handymax		A1	
			A2		Panamax				A2	
			A3		Capesize				A3	
	Alternative B	New Port at Boca Grande	B1	RG-BG	Handymax	RG-BG	Handymax		B1	
			B2		Panamax				B2	
			B3		Barge Train				B3	
			B4		Barge Train		Barge Train			B4
	Combination of Macareo / Rio Grande Channel	Alternative C	Transfer Vessel	C1	RG-BG-OA-MC	Panamax(OT,RT)	RG-BG	Handymax		C1
				C2	MC	Barge Train				C2
C3				Small Handy				C3		
C4				Handymax				C4		
C5				Panamax				C5		
Alternative D		New Port at Pt. Pescadores	D1	MC	Barge Train	RG-BG	Handymax		D1	
			D2		Small Handy				D2	
			D3		Handymax	MC	Handymax			D3
			D4		Panamax				D4	
Macareo Channel										

Legend:

RG: Rio Grande Channel OA: Ocean Atlantic

O/M Cost for dredging is calculated as amount of present value for 30 years.

× 1,000,000 in dollars

Legend:

RG: Rio Grande Channel
BG: Boca Grande
MC: Macareo Channel

OA: Ocean Atlantic
OT: Outer-going Transportation
RT: Returnway Transportation

O/M Cost for dredging is calculated as amount of present value for 30 years.

× 1,000,000 in dollars

一方、欧州への輸出には他の選択肢がある。パナマックス型でプエルト・オルダス港で航行可能喫水まで積載し輸出先まで直接輸送する方法、あるいはプエルト・オルダス港にてパナマックス型に部分積載し、沖合でシャトル船で追い積み満載にする方法がある。また TV を退役させてなおかつケーブ型で輸出を継続する場合には、2 隻のシャトル船でケーブ型に積み込む方法が考えられる。満載にするのに約 10 日かかるが、シャトル船の 3 往復でケーブ型に満載可能である。

(2) 今後の他の貨物輸送

鉄鉱石以外の貨物輸送は現在の年間 1,100 万トンに対して 2020 年に年間 2,200 万トンと見込まれるが、現在多く使用されているスモールハンディサイズの船型は、2020 年まで変化はしないと思われる。たとえ大型化するとしてもパナマックス型に荷役設備がないため、ハンディマックスより大きくなることはない。

(3) 舟運に関する水路容量

水路は地域の発展にとって不可欠な輸送基盤であり、諸外国へのアクセスとして重要である。現在、通航する最大船舶は鉄鉱石輸送がパナマックス型、他の貨物がハンディマックス型であるので、将来もパナマックス型の通航が可能となる水路規模の確保が必要である。年間通航隻数の合計は 2010 年には 1,150 隻、2020 年には 1,300 隻と予測されるが、MTC 調査によると通航容量は 1,100 隻となっているので、通航隻数がこの容量を越えると見込まれる段階で、船団方式および行き違い箇所の導入検討を準備する必要がある。

(4) パイロットと航行管制

船待ち問題を解消するために、パイロットの増強に加えて、航行管制システム (VTMS) の導入が望ましい。このシステムにより担当者は容易に水路内の船舶を認識でき、指示を与えることができる。航行管制システム (VTMS) は管制センター、監視所、ブイから構成される。(サポーティングレポート参照)。INC が現在このシステムの導入を推進しているが、長期的にはこれらの投資経費は海上保険コスト等の減少で補われる。

5.4.4 今後の港湾

(1) 港湾開発

専用貨物を取り扱う既存港湾の容量は、現在および将来とも貨物需要量の範囲内にあり適切と言える。しかし、公共埠頭はサン・フェリックス港しかなく、産業の中心地から 10-20 km 離れた市域東端に位置し、かつ貨物取り扱い容量は 20 万トンと小さい。従って、将来地域の経済開発促進に伴い専用埠頭を所有できない産業が増加し、公共港湾の需要が拡大する場合、CVG が市域西側に計画している一連の大規模工業団地開発に含まれる公共の多目的埠頭の建設が、需要に応じて推進される事が望まれる。

(2) 港湾管理

国内港湾の管理は、政府が推し進める分権化および民営化政策に沿って、州政府あるいは州政府所有の自治企業等に移管されてきたが、プエルト・オルダス港の場合は CVG 所有企業の民営化の過程で各々の企業が専用埠頭を所有することになったため、港湾管理者としての総合的に責務を果たす組織がプエルト・オルダス地域にはない。従って、現在プエルト・オルダス全体の貨物量、船舶数と大きさ、産業の活動などに関するデータさえ整理されていない。

国家の発展戦略を取り込み、持続可能な経済発展を推進するためには、貨物輸送需要に共通

して対応し、港湾計画、開発調整、維持管理、運営、利用促進等の幅広い港湾活動機能を担う港湾管理組織の設立が必要である。INC が従事している水路の適切な維持管理、運営は、航行船舶の現状と将来の情報に基づき実施されれば、効率的、且つ経済的に実施が可能となるので、港湾管理者の設立は INC にとっても有益である。

5.4.5 デルタ地域の港湾

オリノコデルタ流域に散在する村落住民は、河川水路沿いに居を構え舟運交通に全面的に依存している。域内道路は一部地域を除いて整備されておらず、住民の移動や生活物資の輸送には小型ボートが重要な役割を果たしている。

総合的に水路網を整備し、デルタ域内の輸送システムを改善するために、PDVSA-DAO が調査報告書を取りまとめている。生産、消費および観光を連結し、小型舟運で旅客と貨物輸送をしようとするもので、主要航路として 6 ルート、およびその連絡航路として 14 ルートの開発、並びに 20 港の建設計画が含まれている。

これらの港湾建設計画は優先度を考慮して 3 タイプに分類されており、その建設コストはタイプ 1 が 1 港あたり 300-600 百万ボリバル (48 万-95 万米ドル)、タイプ 2 が 1 港あたり 150-200 百万ボリバル (23.8 万-31.7 万米ドル)、タイプ 3 が 10 港の合計で 30 百万ボリバル (4.8 万米ドル) である。また、小型船舶のマナモ堰通過のために船舶昇降リフト、運搬車等から成る低コストシステムの提言も含んでいる。

5.4.6 バージ輸送ケーススタディー (マカレオ水路を通して鉄鉱石を輸出するケース)

鉄鉱石輸出にはパナマックス型の船舶を使用しリオグランデ水路を航行させる現在の輸送システムが最善で、バージ船団によるマカレオ水路輸送案は次善の策であることを前節 5.4.3 にて明らかにした。本節では、鉄鉱石輸送がデルタ輸送システムの決定に重要な役割を担っている事を勘案し、この次善の策としてのバージ船団によるマカレオ水路の鉄鉱石の輸送環境 (表 S.5.2 の代替案 C2, D1) を鉄鉱石輸送量が将来 400 万トンになる条件で検討整理した。

(1) マカレオ水路の現状

マカレオ水路は、リオグランデ水路からジャジャ区間で分派し、オリノコ本川流量の約 14% を流下させる延長 194km、幅 400m~700m を有するデルタ中規模派川である。中・上流区間では河岸侵食が比較的活発で蛇行する区間が幾つか在るが、バージ航行に捷水路等の大規模改修工事を必要としない。また平均水深は乾期でも 8.0m 程度を有し、上流部と河口部の最浅区間でも 4.5m~5.0m の水深は確保可能で、バージ航行には維持浚渫を必要としない。しかし、下記に述べるように河口に積み替え港湾を建設し、ケーブ型クラスの外航船を入港させるためには約 14km 程度の航路浚渫が必要となる。

(2) バージ輸送システム

鉄鉱石をバージ輸送する場合、①鉄鉱石の積替施設として現在プンタベスカドレス沖に係留している TV (Transfer Station) 施設を継続使用する (C2 案、表 S.5.2 参照) か、もしくは②マカレオ河口部に新中継港を建設する (D1 案、表 S.5.2 参照) かの 2 案が考えられる。

C2 案 (TV 継続使用案) の場合、近い将来寿命が来る TV 施設の取り替え、および外海用バー

ジの導入とバージから TV に鉄鉱石を積替えるローダー施設が必要となる。

D1 案（新中継港建設案）の場合、バージ船団およびのケーブ型船（15 万 DWT クラス）の外航船が接岸可能な棧橋、鉄鉱石荷揚・荷降設備、並びに鉄鉱石のストックヤード等を備えた新中継港が必要で、特に新中継港への 1.4 km 進入航路では水深 17m の維持浚渫が必要となる。プエルトリカ港には両案ともにバージに鉄鉱石を積み込むためのローダー施設が必要である。投資額は、代替案 C2、D1 それぞれ 102 百万米ドルおよび 144 百万米ドル、維持管理費は年間 5.7 百万米ドルおよび 12.1 百万米ドルで、両費用とも代替案 C2 が安価である（表 S.5.4 参照）。

表 S.5.4 バージ輸送施設

代替案	①TV 継続使用案 (前節の比較案-C2)	②新中継港建設案 (前節の比較案-D1)
1. バージ輸送施設		
(1) プエルトリカ港	・ ローダー設備	・ ローダー設備
(2) バージ輸送船	・ 外海用バージ	・ 河川用バージ
(3) 河口積替基地	・ TV 施設の取り替え ・ 積替ローダー設備	・ 新港（棧橋、ローダー・アンローダー、 ストックヤード） ・ 14km 航路維持浚渫
2. 建設費用	・ 102 百万米ドル	・ 144 百万米ドル
3. 維持管理費用	・ 5.7 百万米ドル/年	・ 12.1 百万米ドル/年

(3) リオグランデ水路の維持浚渫量の変化

リオグランデ水路の河床には硬岩が露出するため、乾期約半年間の航路水深は 10.2m に制約されている。このため 12.8m 喫水のバナマックス型船舶のみならず、11.8m 喫水のハンディマックス型船舶でさえも満載航行は不可能な状況にある。従って、鉄鉱石をバージでマカレオ水路を通して輸送し、リオグランデ水路を通行する最大船舶をバナマックス型からハンディマックス型に代える C2・D1 両案の場合でも、ハンディマックス型船の運行現状を維持するためには少なくとも 10.2m の水深確保が必要となる。ここに喫水差 1.0m 減による維持浚渫量の差異分 149 万 m³/年の削減は出来ない事に留意する必要がある。

(4) 環境影響

マカレオ水路の東側に隣接する区域には、高い生物多様性を示すマリウサ国立公園とオリノコ生物保護区が指定されている。バージ航路および新港建設等の開発事業を実施する場合、これら公園・保護区域外ではあるが隣接しているので環境天然資源省・国立公園局 INPARQUE(Instituto Nacional de Parques)に簡易の環境調査報告書の提出が必要となる。

また、マカレオ水路沿いには 18 集落・770 人の先住民“ワラオ族”の住居地が散在し、漁業を主体にマカレオ水路に依存した生活を営んでおり、バージ船が運航すれば地元住民への社会環境的な影響が予想される。従って、事業の実施に当たっては、漁業や地域交通の障害の緩和をするべくバージ船運航計画の作成に配慮し、加えて新港建設の際には貴重種の存在があるか事前調査を実施すべきである。また、作業員宿舎のゴミ・下水処理についても適切な処理計画が必要である。更に、海洋部浚渫には浚渫量が少ないルートを選択や、土捨て場選定の検討をする事が重要である。環境保全の視点からは、D1 案に比べて C2 案の方が投資・維持費用が廉価であるだけでなく、環境への影響をも最小化可能である。

(5) 経済評価

新規の施設費および水路改修費をプロジェクト事業費 (Cost) とし、リオグランデ水路における最大通行船が鉄鉱石用のパナマックス型から他の貨物輸送用のハンディマックス型になることによる浚渫維持費の変化、およびパナマックス型船からバージに変わることによる輸送費の変化を便益 (Benefit) として費用便益分析 (Cost Benefit Analysis) をした結果、表 S.5.5 に示すように、マカレオ水路における鉄鉱石輸送計画の両代替案 C2、D1 共にマイナス便益が生じ、定量的な経済的妥当性は確認できなかった。

表 S.5.5 経済分析諸値

代替案	C2 案 (TV 継続利用)	D1 案 (新中継港建設)
プロジェクト事業費	US\$ 93,139,000	US\$ 133,920,000
維持管理費	US\$ 5,239,000	US\$ 11,212,000
浚渫費便益	-US\$ 3,868,000 (浚渫軽減便益)	US\$ 2,335,000 (浚渫増加不便益)
輸送費便益	+ US\$ 3,0560,000 (輸送費増加不便益)	+ US\$ 1,637,000 (輸送費増加不便益)
合 計	-US\$ 812,000 の僅かな便益が発生	US\$ 3,972,000 のマイナス便益が発生

注). 上記費用は、換算経済費用 (Economic Cost) を示す。

(6) 地域経済に及ぼす間接的波及効果

【C2 案】: TV を継続して使用する案 (C2 案) はマカレオ水路沿岸地域にはなんら変化を伴わないので、地域開発の観点から影響を与える計画とはならない。

【D1 案】: マカレオ水路河口部に建設される新中継基地 (D1 案) の立地により、鉄鉱石輸送に関連する従業者のコミュニティ (住居、生活関連商店等) が当初形成されるが、港湾背後地に広大な低湿地帯が存在し、連絡道路等のインフラ整備が不可能な条件のもとでは、港湾を核とする地域開発は望み難い。ただし、本港湾を漁港として活用する事は可能であり、別途に需要量の検討は必要であるが、関連する冷蔵施設、加工施設等の建設を待つて、ヴェネズエラ北東部海岸における沿岸漁業の拠点基地の形成がパリア半島グリア港との連携において可能となろう。また中長期的にはオリノコ・アプレ軸地域開発の進展に応じて生産される物資の国内、国外への輸送基地としての本港湾の重要性も思量される。

(7) 総合評価と提言

鉄鉱石をマカレオ水路においてバージ輸送する計画案は上述経済分析の結果においてもその妥当性は検証されず、また財務評価 結果においても採算性を見出すのは困難である。よって、現況において本計画案を実施する経済性と正当性は無いものと判断する。

しかしながら、鉄鉱石輸送のみならず流域開発の観点から、オリノコ・アプレ軸の開発進展、熟度に応じて、将来、代替案 D1 (新中継基地建設案) の再検討を提言する。