



Soluciones para
**Incrementar la durabilidad
de las estructuras de
hormigón armado**



**TECNOLOGÍA
ORGANOSILANOS**




grupopuma



La **durabilidad** referida al hormigón armado es la capacidad que tiene el material para soportar los ataques físicos y químicos a lo largo de su vida útil y llegar al final de ésta con un coeficiente de seguridad que pueda considerarse aceptable para el uso y la clase de exposición para los que se proyectó.

La durabilidad es un tema de vital importancia en el articulado de las nuevas normativas de ámbito estructural, ya que se persigue **prolongar al máximo la vida útil de las estructuras con la premisa de que resulta más sostenible y económico** reparar e incrementar la protección de las estructuras existentes para aumentar su vida útil, en vez de demolerlas y construirlas de nuevo.

Cada elemento de hormigón se encuentra sometido a diferentes **agentes agresivos**, en función de su clase de exposición ambiental, comprometiendo su durabilidad con el paso del tiempo (elementos como el agua, sulfatos, ácidos, carbonatación, corrosión por cloruros, ataques de sales fundentes, ciclos de hielo-deshielo, lavado de las capas superficiales por aguas puras, etc.). Todas estas circunstancias, hacen necesario proteger y revisar periódicamente el estado de conservación de los elementos estructurales realizados con este material. También pueden presentar otro tipo de patologías de carácter mecánico o físico/químico (erosión, desgaste, fallo de cargas mecánicas, errores de ejecución o proyecto, etc.) que hace necesario reparar este tipo de estructuras con el objetivo de no comprometer su vida útil.

Para ello, **disponemos de varias opciones de intervención** que, a su vez, trabajan en conjunto para conseguir la reparación óptima y la máxima protección.



**TECNOLOGÍA
ORGANOSILANOS**

DIAGNÓSTICO RÁPIDO

¿QUÉ ESTÁ DEGRADANDO TU ESTRUCTURA?

- CO₂** **Carbonatación** (CO₂): habitual en ambiente urbano → despasiva el acero al reducir el pH del hormigón.
- Cl⁻** **Cloruros** (Cl⁻): ambiente marino, sales de deshielo o atmósferas industriales → corrosión acelerada del acero.
- H₂O** **Agua y oxígeno**: filtraciones/humedad permanente → mantienen activa la corrosión.
- HIELO** **Hielo-deshielo + sales**: degradación superficial y aumento de entrada de agentes agresivos.

En función del diagnóstico, actúa en 3 niveles: (1) reparar el daño, (2) prevenir/ralentizar la corrosión y (3) proteger la superficie.

1. ACCIONES CORRECTIVAS

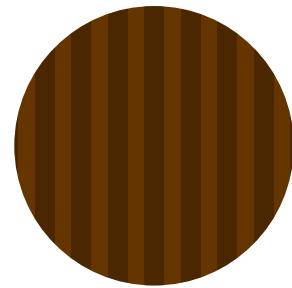
Son aquellas destinadas a zonas de la estructura donde **ya existan daños visibles** por fisuración o desprendimientos del hormigón y corrosión del acero.

Para ello, GRUPO PUMA dispone de una gama con inhibidores de corrosión basados en sistemas de silano multifuncionales (**tecnología organosilano**). Dicha tecnología se adhiere químicamente a la superficie del acero, la fase de cemento y otros materiales silíceos presentes en la matriz cementosa, es permeable al vapor de agua y reduce significativamente la absorción de agua a través de la porosidad del hormigón, confiriendo una máxima durabilidad de la zona reparada.



PRODUCTOS CON TECNOLOGÍA ORGANOSILANO

CONFORME A LA NORMA UNE – EN 1504



La gama de productos basados en tecnología organosilano forman una capa protectora en el acero frente a ataque de cloruros, oxígeno y agua líquida. Esta capa protectora retrasa el inicio de la corrosión y/o reduce la velocidad de corrosión después de su aparición e incrementa la durabilidad de la zona reparada.

	IMPLAREST® C	Pasivador cementoso. Protege las armaduras frente a la corrosión.		MORCEMREST® SR 50 Q	Mortero de reparación Clase R4, resistente a los cloruros, de fraguado normal.
	MORCEMSEAL® TODO 1	Mortero de reparación Clase R4 de fraguado rápido. Resistente a los cloruros.		MORCEMSEAL® FAST TODO 1	Mortero de reparación Clase R4 de fraguado ultra rápido. Resistente a los cloruros.

QUÉ ELEGIR

- Escenario mixto → SR 50/SR 50 Q.
- Cloruros dominante → TODO 1.

RECUADRO TÉCNICO IETCC

Según ensayos realizados por el IETcc (Informe nº 23.042) a morteros de reparación estructural, obtenemos las siguientes conclusiones:

- Los ensayos han demostrado que los morteros con mejor compromiso para incrementar la durabilidad son aquellos con menor avance de carbonatación y menor difusión de cloruros, en ambos escenarios simultáneamente (carbonatación+cloruros).
- El mortero más efectivo para aumentar la durabilidad en una reparación frente a la penetración de cloruros es MORCEMSEAL® TODO 1, por su capacidad de proteger las barras de acero sin necesidad de pasivación adicional.

Tabla resumen – Carbonatación natural (UNE-EN 12390-10)

Producto	Dnss·10 ⁻¹² (m ² /s)
MORCEMSEAL® TODO 1	1,271
MORCEMREST® SR 50	2,236
MORCEMREST® REPAIR	2,940
MORCEMREST® SR 50 Q	3,035

Los citados valores pueden incorporarse en los modelos para la determinación de la vida útil del hormigón mediante la expresión: $P = K \cdot t^{0,5}$, donde "P" es la profundidad carbonatada (mm), "K" es la velocidad de carbonatación (mm/año^{0,5}) y "t" es el tiempo (años).

Tabla resumen – Penetración natural de cloruros (UNE 12390-11)

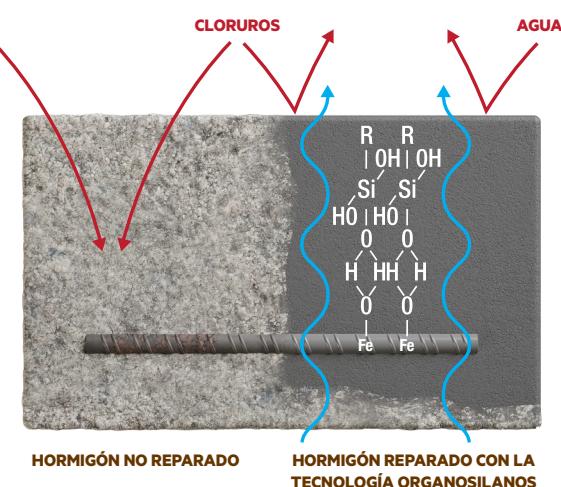
Producto	Dnss·10 ⁻¹² (m ² /s)
MORCEMSEAL® TODO 1	1,271
MORCEMREST® SR 50	2,236
MORCEMREST® REPAIR	2,940
MORCEMREST® SR 50 Q	3,035

Los coeficientes de difusión de cloruros obtenidos pueden incorporarse en los modelos para la determinación de la vida útil del hormigón. Como referencia, estos valores son muy bajos y comparables a hormigones de alta durabilidad.

INHIBICIÓN DE LA CORROSIÓN Y PROTECCIÓN GRACIAS A LA TECNOLOGÍA ORGANOSILANO:

Inhibe la corrosión mediante fuertes enlaces covalentes con el acero (la amina organofuncional refuerza activamente la capa de pasivación del acero. Las reacciones electroquímicas en el ánodo y el cátodo se ven bloqueadas).

GRUPO SILANO: Protege e impermeabiliza la reparación mejorando la resistividad (la penetración de agua se reduce drásticamente en la zona reparada, reduciendo igualmente la penetración de cloruros).



2. ACCIONES PREVENTIVAS

Son aquellas destinadas a **prevenir los posibles daños** ocasionados por los ataques físicos o químicos, antes de que éstos se produzcan.

Para ello, GRUPO PUMA dispone de una gama de productos de inhibidores de corrosión migratorios basados en la **tecnología de aminas** (aminoalcoholes y aminocarboxilatos) protegiendo las armaduras de acero embebidas en el hormigón.

INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO MCI - 2020 CORTEC	INHIBIDOR DE CORROSIÓN MIGRATORIO MCI - 2021 CORTEC

Los inhibidores de corrosión migratorios MCI son un revestimiento por impregnación superficial diseñados para reducir la corrosión en todo tipo de estructuras de hormigón armado. Son en base acuosa y se caracterizan por migrar a través de la porosidad del hormigón hasta alcanzar las armaduras. La migración se produce incluso en hormigones compactos de alta resistencia. Una vez en contacto con el acero, el inhibidor forma una capa protectora monomolecular que reduce drásticamente la corrosión de las armaduras. Crea una película hidrofóbica impenetrable a los iones que causan la corrosión.

Los inhibidores MCI realizan su acción mediante tres pasos:

1. Acción capilar
2. Fase vapor
3. Adsorción física

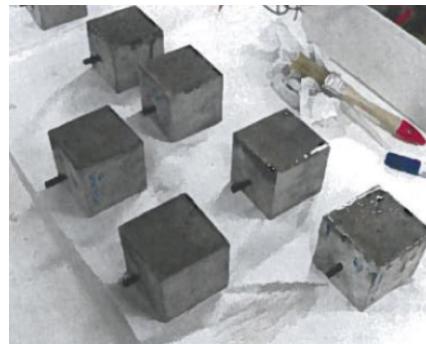
Difusión de los inhibidores de corrosión en el hormigón.

Estas medidas preventivas son muy efectivas en presencia de altas concentraciones de cloruros activos.



Según ensayos realizados por el IETcc (Informe nº22 - I), se alcanzan las siguientes conclusiones:

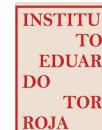
- El efecto más significativo se ha observado en la velocidad de la propagación de la corrosión obtenida en condiciones naturales (tras la despasivación en el ensayo acelerado de cloruros), donde el uso de inhibidores reduce entre un 40 y 80% (dependiendo del tipo de inhibidor) la velocidad de corrosión y, con ello, la pérdida de sección calculada en armaduras de acero.
- La tecnología empleada en Inhibidor MCI-2020 se ha mostrado más eficaz que la empleada en Inhibidor MCI-2021, obteniendo en el ensayo realizado mejores resultados en cuanto a tiempo de despasivación del acero, velocidad de corrosión del acero, pérdida de sección de las barras durante el tiempo de duración del ensayo y % de mejora frente a un hormigón patrón en el que no se han aplicado inhibidores de corrosión.
- Mediante el empleo de ambos inhibidores de corrosión, se ha conseguido una mejora significativa en la protección del acero, en comparación con el hormigón sin proteger.



Aplicación de los inhibidores de superficie sobre las probetas de 7x7x7 cm.

Una vez corregidas y preventidas las lesiones con los métodos recomendados, podemos proteger todo el conjunto de forma superficial para garantizar la durabilidad de nuestra estructura mediante protectores superficiales de hormigón, bien sean revestimientos cementosos o pinturas anticarbonatación.

Por ello, GRUPO PUMA dispone de una gama de revestimientos cementosos que ofrecen la máxima protección superficial frente a procesos de carbonatación y procesos de corrosión en presencia de cloruros.



INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN
EDUARDO TORROJA (IETcc)

GAMA MORCEM DRY (REVESTIMIENTO CEMENTOSO):

MORCEM DRY F Y MORCEM DRY SF PLUS



Mortero **flexible**
bicomponente, para
impermeabilización de
hormigón.



Mortero **semiflexible**
bicomponente, para
impermeabilización de
hormigón.



ENSAYO CON EXPOSICIÓN PREVIA A CICLOS DE HIELO-DESHIELO + SALES

Según ensayos realizados por el IETcc (Informe nº 22.867) a los morteros de revestimiento MORCEM® DRY SF Plus y MORCEM® DRY F, obtenemos las siguientes conclusiones:

- Se realizó un ensayo previo de exposición a ciclos de hielo-deshielo + sales para estudiar la resistencia del sistema de protección superficial ensayado en cada caso.
- En el ensayo de carbonatación natural, ninguna de las probetas recubiertas con MORCEM DRY F o MORCEM DRY SF Plus presentó avance de carbonatación comparable al hormigón de referencia, evidenciando el efecto protector del revestimiento.
- En el ensayo de penetración de cloruros acelerado integral, todas las probetas con mortero de revestimiento mejoraron significativamente el tiempo de despasivación y redujeron el coeficiente de difusión respecto al hormigón referencia (sin revestimiento).
- Por tanto, el uso de estos morteros de revestimiento mejora la protección del hormigón armado frente a la penetración de iones cloruro respecto a hormigones sin protección.



Aspecto de las probetas cilíndricas de 7,5x15 cm con acero embebido.

Tabla resumen.
Carbonatación natural (UNE-EN 12390-10)

Probeta	Kac (mm/año ^{0,5})
Hormigón de referencia	4,36
MORCEM DRY F (sin ciclos hielo-deshielo)	0
MORCEM DRY F (con ciclos hielo-deshielo)	0
MORCEM DRY SF PLUS (sin ciclos hielo-deshielo)	0
MORCEM DRY SF PLUS (con ciclos hielo-deshielo)	2,08

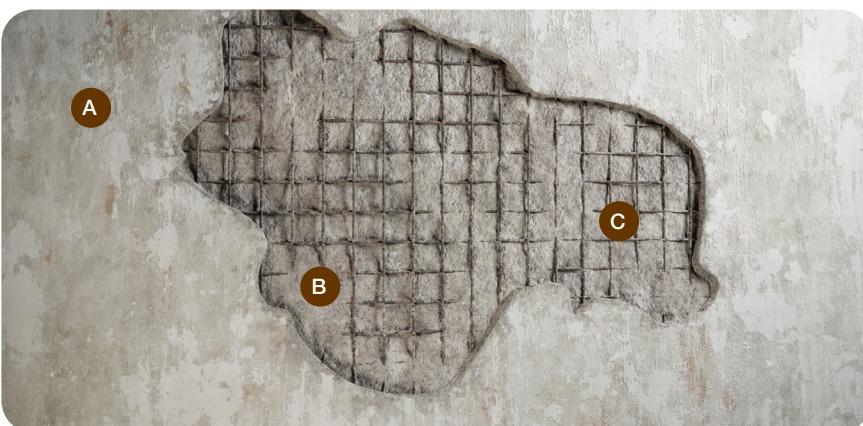
Los citados valores pueden incorporarse en los modelos para la determinación de la vida útil del hormigón mediante la expresión: $P = K \cdot t^{0,5}$, donde "P" es la profundidad carbonatada (mm), "K" es la velocidad de carbonatación (mm/año^{0,5}) y "t" es el tiempo (años).

Tabla resumen.
Penetración acelerada de cloruros (UNE 83992-2 EX)

Probeta	Tiempo de despasivación (h)	Dns,exp (cm ² /s)
Hormigón de referencia	168	13,94 E-8
MORCEM DRY SF PLUS (con ciclos)	924	2,538 E-8
MORCEM DRY F (con ciclos)	1.548	1,513 E-8
MORCEM DRY F (sin ciclos)	6.096	0,384 E-8

Los coeficientes de difusión de cloruros obtenidos no pueden emplearse directamente en modelos de vida útil de elementos de hormigón armado, al tratarse de un ensayo acelerado. Sí son útiles para comparar el efecto protector entre sistemas y frente al hormigón sin protección.

El sistema completo para la reparación y protección que ofrece GRUPO PUMA ha demostrado su eficacia para el incremento de la durabilidad en las estructuras de hormigón en los ensayos realizados.



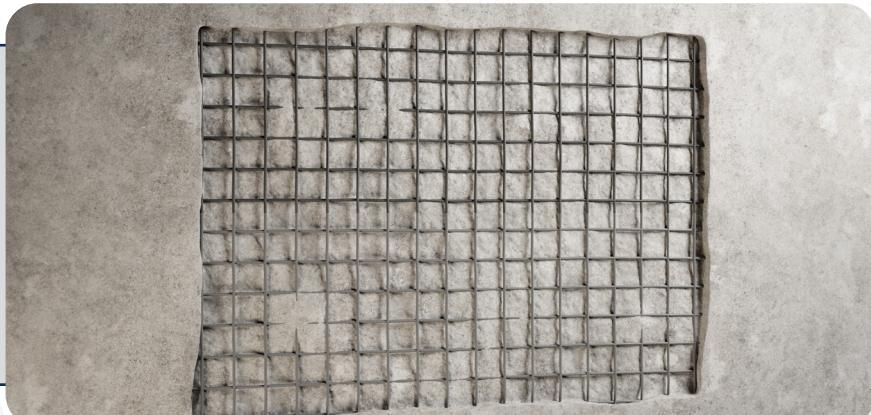
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN
EDUARDO TORROJA (IETcc)

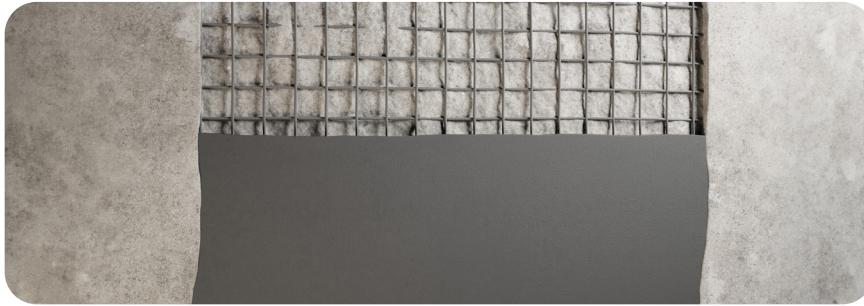
ESTADO INICIAL

- A.** Hormigón en buen estado.
- B.** Hormigón deteriorado.
- C.** Barras corrugadas.

ACCIÓN CORRECTIVA

- PASO 1.** Limpieza del hormigón deteriorado.
- PASO 2.** Limpieza de las barras.
- PASO 3.** Protección: pasivación de las barras.





ACCIÓN CORRECTIVA

PASO 4. Aplicación del mortero de reparación.

ACCIÓN PREVENTIVA

PASO 5. Aplicación del inhibidor de corrosión migratorio en toda la superficie.



ACCIÓN PREVENTIVA

PASO 6. Aplicación de la capa de protección en toda la superficie.

A. Inhibidor corrosión migratorio.
B. Gama MORCEMDRY.

PROCESO DE INTERVENCIÓN

- 1** **Preparación del soporte:** saneado, limpieza y eliminación de partes sueltas/contaminantes.
- 2** **Protección de armaduras** (si procede): pasivación con IMPLAREST® C cuando exista armadura expuesta.
- 3** **Reconstrucción/Reparación:** morteros estructurales clase R4 según exposición (carbonatación/ cloruros).
- 4** **Protección final:** inhibidor MCI (preventivo) y/o MORCEM® DRY (F o SF Plus) como barrera frente a agua/CO₂/Cl⁻.

Si el problema dominante es...	Prioriza...
Carbonatación (urbano)	Reparación R4 + protección superficial (MorcEM Dry)
Cloruros (marino/sales)	Mortero R4 resistente a cloruros + (opcional) MCI + MorcEM Dry
Armadura vista	Pasivación + reparación R4 + protección final
Mantenimiento preventivo	MCI + protección superficial + inspección periódica

DURABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

La reforma y la rehabilitación son las formas más sostenibles de construcción, puesto que estaremos trabajando sobre un edificio o infraestructura que ya ha consumido su periodo estimado de vida útil, alargándola y aprovechando un poco más esos materiales y procesos que ya arrastraron su mochila energética en su momento.

Incrementar la durabilidad de nuestras estructuras, protegerlas correctamente o tener las herramientas adecuadas para reparar los daños que pueden ocurrir en las mismas, **es el método más sostenible de construcción**.

Además, proteger las estructuras siguiendo las medidas preventivas indicadas, nos asegura un **ahorro económico** en costes de mantenimiento y nos previene de pérdidas económicas por el deterioro de los elementos constructivos y la disminución de sus características técnicas.





Teléfono de atención al cliente

957 10 22 10

www.grupopuma.com

grupopuma@grupopuma.com



ESPAÑA

ALBACETE

Pol. Ind. "B" Garysol, C/ Chopo - parcela 26
02110 LA GINETA (ALBACETE)
T. +34 967 27 54 58

ALICANTE

Pol. Ind. Tres Hermanas, C/ Canteros
parcelas 3 y 5 - 03680 ASPE (ALICANTE)
T. +34 965 49 56 31

ALMERÍA

Ctra. Viator km. 1,5
04120 LA CAÑADA (ALMERÍA)
T. +34 950 29 09 12

ASTURIAS

C/ Chopera, 15
33920 RIAÑO I-LANGREO (ASTURIAS)
T. +34 98 567 37 11

BARCELONA

Pol. Ind. Domenys II, C/ Enología, 15
08720 VILAFRANCA DEL PENEDES
(BARCELONA)
T. +34 93 890 41 88

CÁDIZ

Pol. Ind. Zabal, C/ Velero, s/n
11300 LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN (CÁDIZ)
T. +34 956 64 51 58

CÓRDOBA

Avda. Agrupación Córdoba, 17
14014 CÓRDOBA
T. +34 957 26 62 01

GRAN CANARIA

Pol. Ind. Arinaga, C/ Las Mimosas, 128
35119 AGÜIMES (GRAN CANARIA)
T. +34 928 18 81 49

GRANADA

Pol. Ind. El Juncaril, C/ Monachil, parcelas 74-75
18210 PELIGROS (GRANADA)
T. +34 958 46 77 68

MADRID

Pol. Ind. El Guijar, Avda. El Guijar, 37
28500 ARGANDA DEL REY (MADRID)
T. +34 91 870 47 81

MÁLAGA

Pol. Ind. Tréverez, C/ Conrado del Campo, 2
29590 CAMPANILLAS (MÁLAGA)
T. +34 952 35 47 00

MALLORCA

Ses Brodadores nº 6
07320 SANTA MARIA DEL CAMÍ (MALLORCA)
T. +34 971 62 06 32

MURCIA

Pol. Ind. Base 2000. Avda. no 3 manzana 13
Apartado 448. 30564 LORQUI (MURCIA)
T. +34 968 67 63 70

PONTEVEDRA

Ctra. Caldas-Villagarcía, km 2,2
36650 CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)
T. +34 986 53 03 67

SEVILLA

Pol. Ind. Megapark. Av. Bulevar Agustín Núñez
Llano, 20 ASEN2
41703 Dos Hermanas (SEVILLA)
T. +34 954 69 13 51

TENERIFE

Pol. Ind. San Isidro, C/ Juan de la Cierva, 8
38109 EL ROSARIO (TENERIFE)
T. +34 922 62 47 51

VALENCIA

Pol. Ind. La Pahilla, C/ Peñas Albas, parcela 49
46370 CHIVA (VALENCIA)
T. +34 962 52 41 31

VALLADOLID

Pol. Ind. La Mora, C/ Las Acacias, parcelas 13-4
47193 LA CISTERNA (VALLADOLID)
T. +34 983 40 22 79

ZARAGOZA

Pol. Ind. Los Leones, C/ Principal, parcela K-2
50298 PINSEQUE (ZARAGOZA)
T. +34 976 65 68 30

FRANCIA

NIMES

L'Atrium. 100 Route de Nîmes
30132 CAISSARGUES (NIMES)
T. +33 (0)4 66 05 50 27

PORTUGAL

LISBOA

Fornos de Cima - Calhandriz 2615
641 ALVERCA (LISBOA)
T. +35 121 958 73 60

PORTO

Lote 2a - Lot. Ind. Mun. Fontiscos
Ap. 79. 4784-909 SANTO TIRSO (PORTO)
T. +35 125 283 37 50

ARGELIA

SIDI-BEL-ABBÈS

Zone industrielle, ilot 214, N° 27
Sidi-Bel-Abbès

CONSTANTINE

Zone industrielle El Tarf, Ben Badis, El Khroub,
Constantine
T. +213 (0) 560 18 31 64 / +213 (0) 560 19 71 67
info@grupopuma-dz.com

BOUIRA

Zone industrielle sidi khaled, ilot 07, Oued El Berdi,
Bouira

MARRUECOS

CASABLANCA

Extension de la zone industrielle
de Had Soualem, Berra 4
26400 Had Soualem - Casablanca
T. +212 662 335 909
maroc@grupopuma.com

COSTA RICA

GUANACASTE

Nicoya, 400 m Sureste del Cruce de
Nicoya - Santa Cruz
Guanacaste
T.+(506) 6280-5622

SAN JOSÉ

La Uruca, San José, avenida 41,
entre calle 40A y calle 32.
San José
T. +(506) 6052-8747 / +(506) 6392-2874
costarica@grupopuma.com

INDIA

MUMBAI

Production Center: Plot no: SP1-263 Kishangarh
Phase VI Ajmer, Rajasthan 305 802
Head office: Regent Chambers, Mumbai,
Maharashtra, 400 021
T. 1800 22 5502

COLOMBIA

BOGOTÁ

Km 2 Vía Briceño – Zipaquirá, Parque Industrial
Tibitoc Bodega 21, Tocancipá – Cundinamarca
caribe@grupopuma.com

BARRANQUILLA

Calle 30 # 10 – 234, Parque Industrial Saturno
Bodega 31, Barranquilla – Atlántico
caribe@grupopuma.com

CALI

Carrera 31 # 10 – 241,
Zona Industrial Arroyohondo,
Yumbo - Valle del Cauca
caribe@grupopuma.com

EMIRATOS ÁRABES

DUBAI

Dubai Investment Park - 2, Plot Number 597-425
P.O. Box 120657.
DUBAI , UAE
T. +971 4 8849880